

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ  
PCM2E - Physico-chimie des matériaux et des  
électrolytes pour l'énergie

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET  
ORGANISMES :

Université de Tours

---

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



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

Hubert Perrot, Président du comité

Pour le Hcéres<sup>2</sup> :

Thierry Coulhon, Président

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

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

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

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

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

**Président :** M. Hubert Perrot, CNRS Paris

**Experts :** Mme Fannie Alloin, Grenoble INP  
Mme Chantal Lorentz, CNRS Villeurbanne (personnel d'appui à la recherche)  
M. Hyacinthe Randriamahazaka, université Paris Diderot - Paris 7 (représentant du CNU)

## REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Corinne Champeaux

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Physico-chimie des matériaux et des électrolytes pour l'énergie
- Acronyme : PCM2E
- Label et numéro : EA 6299
- Composition de l'équipe de direction : M. François Tran-Van

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies  
ST4 Chimie

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Les thématiques de recherche du laboratoire PCM2E relèvent du domaine de la conversion et du stockage de l'énergie (batterie, supercondensateur, photovoltaïque hybride, thermoélectricité). Le laboratoire est organisé en monoéquipe avec trois axes thématiques qui sont :

- Matériaux innovants pour le stockage de l'énergie (Axe 1) ;
- Matériaux  $\pi$ -conjugués (Axe 2) ;
- Électrolytes et milieux ioniques : liquides ioniques (LI) et solvants à eutectique profond (DES) (Axe 3).

L'axe thématique « Matériaux innovants pour le stockage de l'énergie » correspond au développement de matériaux nanostructurés pour les batteries et les supercondensateurs (matériaux polymères conjugués, silicium poreux, nanofils, nanotubes de carbone, oxyde de manganèse, carbone dur, électrolyte, membranes polymères poreuses). L'axe thématique « Matériaux  $\pi$ -conjugués » développe des recherches sur les matériaux pour les cellules solaires hybrides (cellules solaires à colorant, pérovskites) et pour les applications thermoélectriques. Cet axe s'appuie sur des compétences en synthèse organique et en caractérisation optoélectronique. L'axe « Électrolytes et milieux ioniques : liquides ioniques (LI) et solvants à eutectique profond (DES) » concerne des études thermodynamiques et électrochimiques des électrolytes pour des applications dans le domaine du stockage de l'énergie. Cet axe s'intéresse plus particulièrement aux liquides ioniques protiques et aprotiques ainsi qu'aux solvants eutectiques profonds, avec des approches expérimentales associées à de la modélisation moléculaire.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'unité de Physico-Chimie des Matériaux et des Électrolytes pour l'Énergie (PCM2E - EA6299) a été créée en janvier 2012. Elle regroupe, historiquement, les chimistes et physico-chimistes de l'université de Tours travaillant dans le domaine de la conversion et du stockage de l'énergie (batterie, supercondensateur, photovoltaïque hybride, thermoélectricité). Cette unité s'est formée suite à la recombinaison de plusieurs équipes issues du laboratoire de Physico-Chimie des Matériaux et des Biomolécules (PCMB - EA4244) du contrat 2008-2012, réparties sur les sites de l'UFR de Sciences et Techniques et de la faculté de pharmacie de l'université de Tours. L'unité PCM2E est aujourd'hui localisée au sein d'un seul bâtiment, consacré au département de chimie de l'UFR de Sciences et Techniques de l'université de Tours. Elle a pu bénéficier de locaux supplémentaires en 2016 et 2022, pour des bureaux (+50 m<sup>2</sup>) et pour des laboratoires de caractérisation et de chimie (+195 m<sup>2</sup>).

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'unité PCM2E appartient à l'UFR de Sciences et Techniques de l'université de Tours situé sur le campus de Grandmont. C'est un acteur fort de l'université de Tours, ses thématiques de recherche sont en parfaite adéquation avec la politique scientifique et de valorisation de la région Centre-Val de Loire.

L'unité fait partie du pôle des quatre laboratoires de Tours de l'école doctorale Énergie, Matériaux, Science de la Terre et de l'Univers (EMSTU 552) associant l'université de Tours, l'université d'Orléans et l'INSA Centre-Val de Loire. Elle est impliquée depuis 2016 dans deux centres d'étude et de recherche (CER) orientés vers l'électronique, la microélectronique et les élastomères. Elle fait partie de la plateforme CERTeM 2020, depuis 2012, plateforme orientée vers la microélectronique et elle accueille différents équipements de cette plateforme. Elle participe à deux grands clusters structurants (Ambition Recherche Développement-ARD) financés par la région Centre-Val de Loire (ARD Certem 5.0 et ARD Matex). L'unité PCM2E bénéficie également des équipements de microscopies (MEB/TEM) et de RMN du plateau technique de recherche de l'université de Tours.

L'unité PCM2E contribue au transfert industriel des résultats de la recherche académique en partenariat avec la structure de valorisation C-Valo (soutenue par le PIA et la région Centre-Val de Loire), qui reprend les activités de la SATT Grand Centre, en lien avec le service partenariat innovation valorisation (SPIV) de l'université de

Tours. L'unité a collaboré avec le CEA-Le Ripault à travers le Laboratoire de Recherche Conventionné (LRC-CEA-PCM2E N°3) jusqu'en 2018. L'unité est aussi impliquée dans un laboratoire commun NAWALAB, l'associant avec le laboratoire de Physicochimie des Polymères et des Interfaces de l'université de Cergy-Pontoise (LPPI EA2528), le CEA Saclay (NIMBE/LEDNA) et l'entreprise Nawatechnologies.

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

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	11
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	3
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>17</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	19
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>22</b>
<b>Total personnels</b>	<b>39</b>

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

Employeur	EC	C	PAR
Université de Tours	14	0	3
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

## BUDGET DE L'UNITÉ (en k€)

Budget récurrent hors masse salariale alloué par les établissements de rattachement (tutelles) (total sur 6 ans)	226
Ressources propres obtenues sur appels à projets régionaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP idex, i-site, CPER, collectivités territoriales, etc.)	1 881
Ressources propres obtenues sur appels à projets nationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP ONR, PIA, ANR, FRM, INCa, etc.)	778
Ressources propres obtenues sur appels à projets internationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues)	79
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.)	1 148
<b>Total en k€</b>	<b>4 112</b>

## AVIS GLOBAL

L'unité développe des recherches pertinentes, avec un bon positionnement à l'échelle nationale, dans le domaine de l'énergie visant des enjeux sociétaux majeurs. Des activités de recherche notables ont été identifiées comme le design moléculaire de couches HTL pour les cellules solaires ainsi que pour les dispositifs thermoélectriques. L'aspect stockage électrochimique de l'énergie qui repose sur des approches thermodynamiques et physico-chimiques des milieux ioniques et sur le développement de matériaux organiques est aussi un des points forts du laboratoire. Ces activités scientifiques sont en parfaite adéquation avec les orientations et la stratégie de la région Centre-Val de Loire et d'autres instances nationales.

Malgré sa taille modeste, l'unité montre une forte dynamique notamment avec de nombreuses publications scientifiques de grande qualité, des brevets licenciés et de multiples collaborations avec le monde non académique en particulier des start-up. L'implication du laboratoire dans la formation, notamment dans le cadre du master Chimie et Science des Matériaux de l'université de Tours, ainsi que dans l'encadrement des doctorants est remarquable. Il est noté une certaine hétérogénéité des personnels enseignants-chercheurs dans les activités de recherche de l'unité.

La mutualisation des nombreux équipements représente l'une des forces de l'unité mais l'absence de PAR fragilise l'exploitation de ces ressources. La cohésion de l'unité n'est pas optimale en lien avec la faible communication interne et la modeste animation scientifique.

Le comité a noté le départ de certains personnels majeurs de l'unité durant ce mandat et le manque récurrent de personnels d'appui à la recherche. La stratégie mise en place pour le recrutement de deux enseignants-chercheurs et d'ATER pour le futur mandat est scientifiquement très pertinente.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

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

L'unité a répondu aux recommandations de la précédente évaluation de manière assez précise.

La recommandation concernant la poursuite des activités dans les thématiques qui ont fait la réputation du laboratoire a été parfaitement suivie car il s'est focalisé sur les trois axes prioritaires définis dans le projet 2018-2022. Celui-ci avait été évalué comme « un très bon projet, réaliste, dans la continuité de ce qui a été réalisé avec brio dans le cadre de l'actuel contrat ».

L'unité a amélioré son ouverture à l'international. De nombreux chercheurs et professeurs ont été invités au cours de ce mandat pour les différentes thématiques du laboratoire. Cela a pu se concrétiser au travers de six projets Hubert Curien (PHC) et grâce à l'appui de l'agence STUDIUM créée par la région Centre-Val de Loire qui aide financièrement la venue de collaborateurs étrangers accompagnés de leur famille. Ces invitations donnent lieu, pour certaines, à des collaborations pérennes. Le nombre de publications co-signées avec les groupes internationaux a augmenté : 56 % des articles publiés le sont avec des équipes internationales. Les membres de l'unité PCM2E ont organisé des conférences et *workshops* nationaux et internationaux, comme le GFECI (conférence nationale sur les composés d'insertion).

Le soutien à l'émergence de jeunes chercheurs s'est matérialisé, dans la période d'évaluation, par la soutenance d'une HDR par un personnel de l'unité. De plus, deux autres HDR ont également été soutenues : l'une par un personnel du CEA-Le Ripault et l'autre par un personnel de l'université UM6P au Maroc. Ces deux personnes sont actuellement chercheurs associés de l'unité PCM2E. Enfin, deux enseignants-chercheurs plus expérimentés ont été promus professeurs dans une université étrangère (UM6P-Maroc). Cela traduit une reconnaissance scientifique et un rayonnement international de l'unité PCM2E.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

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

Le comité porte une appréciation positive sur les ressources de l'unité pour ce contrat que ce soit au niveau du nombre d'étudiants encadrés, de l'implication dans les formations par la recherche et des nombreux contrats et projets obtenus. Il est à souligner une exploitation dynamique et efficace des différentes sources de financement. S'agissant du financement des thèses, les sources sont variées : contrats doctoraux institutionnels (ED), dispositifs Cifre, contrats industriels, ANR et région Centre-Val de Loire. Le bon taux de succès aux appels à projets concurrentiels est à souligner. Il s'ensuit que plus de 90 % des ressources de l'unité proviennent de contrats/projets.

Enfin, l'espace des locaux consacré à la recherche est en augmentation et apparaît en bonne adéquation avec l'activité de l'unité.

Le comité tient à souligner le manque de PAR pour gérer les nombreux équipements de l'unité. Ce point est un élément crucial pour l'efficacité et la continuité des recherches au sein de cette unité.

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

Les objectifs scientifiques de l'unité sont bien identifiés. Ils sont en bon accord avec les enjeux sociétaux et en phase avec les compétences historiques de l'unité ainsi que celles développées lors de ce mandat.

Il est à souligner un bon équilibre entre les brevets, avec des licences ou non, et la production scientifique. Il en va de même entre la recherche liée à la valorisation et la recherche fondamentale.

Toutefois, les départs récents d'enseignants-chercheurs de l'unité pourraient conduire à un ralentissement de la dynamique démontrée lors de ce mandat.

## Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

La mutualisation des équipements et les prélèvements effectués par l'unité permettent à ses membres de bénéficier de moyens pour mener à bien leurs recherches scientifiques. Même si l'unité a une structuration en monoéquipe avec trois axes thématiques perméables, l'absence d'animation scientifique ne permet pas de promouvoir les interactions entre ses membres. L'unité s'est dotée d'un conseil de laboratoire, mais la définition de ses missions et de son périmètre mériterait d'être discutée collectivement. L'absence de comptes-rendus ne permet pas une diffusion officielle de l'information auprès des différents membres de l'unité, ni de garder la trace des discussions et décisions prises lors de ces réunions.

Enfin, la sécurité des données et des personnes est bien abordée par l'unité.

### *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

Les membres de l'unité sont proactifs dans la réponse à des appels à projets régionaux, nationaux et internationaux. Il existe aussi de nombreux contrats et collaborations avec des industriels se traduisant par le dépôt d'un nombre conséquent de brevets (treize brevets déposés au cours de la période). Cela a permis à l'unité d'avoir des ressources financières conséquentes, qui représentent un budget moyen de 650 k€ par an depuis 2016 dont 46 % sont issues de projets régionaux, 19 % de projets financés par l'ANR et 28 % de contrats industriels.

Ces ressources sont en partie mutualisées avec un prélèvement de 15 % sur chacun des contrats, ce qui autorise notamment l'achat commun d'un certain nombre de consommables et l'accès à des équipements de caractérisation externes.

L'activité de formation par la recherche de l'unité est notable. L'unité a ainsi formé vingt-cinq docteurs et accueilli vingt-huit post-doctorants depuis 2016. Un master intitulé Chimie et Sciences des Matériaux, en lien avec les thématiques de recherche de l'unité, a été créé au sein de l'université de Tours. En corollaire, de nombreux étudiants de ce master réalisent leur stage dans l'unité. Ce vivier d'étudiants a notamment permis d'alimenter les recrutements en thèse (environ 40 %).

L'unité a étendu sa surface de 195 m<sup>2</sup> supplémentaires de laboratoire au cours des dernières années.

L'unité émerge à différentes plateformes : plateforme CERTeM 2020, plateforme mutualisée de l'université de Tours (MEB/TEM) et plateforme CERMEL. Tous les équipements du laboratoire sont accessibles à tous les membres du laboratoire.

#### Points faibles et risques liés au contexte

L'unité est de taille modeste ce qui peut engendrer des difficultés pour le suivi des nombreux projets obtenus. Le personnel en appui à la recherche est très réduit avec trois personnels Biatss à temps partagé dont les missions n'incluent ni le suivi, ni la maintenance des nombreux équipements du laboratoire. De ce fait, les EC, les étudiants, doctorants, post-doctorants doivent réaliser des tâches de gestion et de maintenance des équipements de l'unité. Il s'ensuit que la transmission de compétences sur ces différents équipements pose des difficultés.

Le budget récurrent apparaît comme modeste ce qui implique une forte dépendance de l'unité aux financements sur projets qui ne sont pas toujours constants.

### *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 objectifs scientifiques de l'unité PCM2E étaient parfaitement définis pour le mandat : matériaux pour le stockage et la conversion de l'énergie. Les activités de recherche ont été ciblées essentiellement sur les points forts de l'unité.

Les thématiques de l'unité sont fortement liées aux grands enjeux de société sur le plan de la réduction des émissions de gaz à effet de serre par le développement des énergies renouvelables et pour leur stockage. L'étude sur la conversion d'énergie propre (cellules solaires), la récupération d'énergie (thermoélectricité) et le stockage (batteries, supercondensateurs) font partie des trois axes de recherche de l'unité.

Cette thématique relative à l'énergie non carbonée est porteuse et soutenue aussi bien au niveau de la région Centre-Val de Loire qu'aux niveaux national et européen.

L'unité PCM2E participe à de nombreux GDR (liquides ioniques et polymères, OERA, redox flow, Name) ainsi qu'à des pôles de compétitivité (S2E2 et Polymeris).

De nombreuses collaborations ont été réalisées avec des industriels (Renault, SAFT, Hutchinson, STMicroelectronics, etc.).

Les nombreux projets de recherche soutenus par des acteurs régionaux témoignent du bon positionnement de l'unité dans son environnement scientifique local.

Il est à noter que fin 2015 une start-up, Ikamba Organics, issue des activités scientifiques de l'unité, a été créée pour développer/commercialiser des molécules organiques spécifiques. L'unité accompagne également deux autres jeunes entreprises, Nawatechnologies et Moduleus.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le départ de plusieurs enseignants-chercheurs vers d'autres universités (promotions, échange de postes) risque d'induire un ralentissement de la dynamique de recherche de l'unité, même si des recrutements sont prévus. Les objectifs scientifiques de l'unité ne s'inscrivent pas dans les priorités de l'université de Tours.

Peu de discussions sur la stratégie et sur la prospective scientifique du laboratoire ont été menées.

*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

Il est à noter la parité au niveau des membres permanents de l'unité (neuf femmes et neuf hommes) ainsi que la parité au niveau des avancements de grade. De même, la direction de l'unité est assurée par un directeur et une directrice adjointe.

Il est à souligner que les demandes de mobilité et d'échange de poste de plusieurs personnels permanents ont été traitées avec bienveillance par l'unité.

Une amélioration de la sécurité au sein de l'unité a été entreprise : mise en place du registre santé et sécurité au travail, actualisation du document unique d'évaluation des risques (DUER), formation hygiène et sécurité des nouveaux entrants par les assistants de prévention de l'unité. Il est à noter que la zone de chimie de l'unité n'est accessible qu'avec des badges.

L'unité participe aux actions de sensibilisation de la protection et de la confidentialité des données en particulier informatiques. Des plateformes sécurisées d'échange de données sont utilisées.

Enfin, l'unité s'inscrit dans une démarche de réduction de son empreinte carbone, par exemple, en réalisant la distillation de solvants usagés en vue de leur réutilisation et en réduisant la consommation d'eau.

### Points faibles et risques liés au contexte

L'unité n'utilise pas de système de sauvegarde des données ce qui peut engendrer des pertes de données ou diminuer l'exploitation de celles-ci.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

### Appréciation sur l'attractivité

Le comité tient à souligner que l'unité a obtenu de nombreux projets financés par la région Centre-Val de Loire et par l'ANR. Elle a réussi à élargir à des partenariats de type PHC.

Le nombre important de doctorants encadrés en regard du nombre d'enseignants-chercheurs HDR (six par HDR), de post-doctorants (vingt-huit) accueillis au cours de la période indiquent un grand dynamisme des membres de l'unité. L'engagement de l'unité dans la formation et l'accueil de stagiaires, notamment dans le cadre du M2 porté en partie par cette unité, est remarquable.

De même, l'accueil de nombreux scientifiques étrangers sur de longues périodes au travers d'une structure régionale nommée STUDIUM atteste l'attractivité et la visibilité de l'unité.

Le manque de PAR impacte la gestion de l'unité et le maintien optimal des très nombreux équipements du laboratoire.

*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 PCM2E a conduit au cours de la période à treize conférences invitées qui ont été présentées dans des congrès nationaux, européens et internationaux.

L'unité a organisé (ou co-organisé) trois congrès internationaux dont deux sur le stockage électrochimique de l'énergie et un sur la thermodynamique des électrolytes ainsi qu'un congrès national, dans le cadre du Groupe Français d'Étude des Composés d'Insertion (GFECI).

Des membres du laboratoire participent à des comités éditoriaux dans le cadre de numéros spéciaux, exercent des responsabilités éditoriales pour des journaux tels que *Thermo* (MDPI), *The journal of chemical thermodynamics*, *ChemEngineering*, *Helyion*.

Certains membres de l'unité sont impliqués dans des sociétés savantes nationales et internationales (*Chemical engineers*, « GDR » *Energy Storage Supergen*, etc.).

Les membres de l'unité sont actifs dans les instances de pilotage de la recherche en tant qu'experts internationaux (Europe, Canada), ainsi que pour l'évaluation de projets nationaux (ANR, ANRT), régionaux ou de sites (Grenoble, Hauts-de-France).

L'un des membres de l'unité est Lauréat du prix IUPAC *Franzosini Award* (2021).

Il est à noter que plusieurs projets européens ont été déposés au cours de la période d'évaluation dans les programmes ITN et FP7-Eranet.

#### Points faibles et risques liés au contexte

L'unité montre une hétérogénéité de ses membres dans l'implication dans les différentes activités scientifiques (éditoriales, organisation de congrès, expertises, sociétés savantes) avec essentiellement cinq membres impliqués et notamment un même enseignant-chercheur apparaissant dans 75 % de l'activité éditoriale.

L'unité n'est actuellement impliquée dans aucun contrat européen.

Très peu d'articles de l'unité sont répertoriés dans HAL, ce qui nuit à la visibilité scientifique de l'unité.

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

### Points forts et possibilités liées au contexte

Vingt-cinq doctorants ont soutenu leur thèse au cours du mandat et dix-huit sont inscrits en doctorat actuellement. Les thèses sont en grande majorité co-encadrées soit par des membres de l'unité, soit au travers de collaborations académiques, avec le CEA, ou à l'international. Six thèses ont été effectuées en cotutelles.

Le taux de publication moyen par doctorant de 3,1 est à souligner. L'investissement important de l'unité dans les masters de recherche lui permet d'être attractive : dix stages d'étudiants du master M2 matériaux ont été financés en moyenne par an.

L'unité a accueilli de nombreux chercheurs ou professeurs invités, dans le cadre de projets bilatéraux PHC, de projets de collaboration. Quatre séjours, de douze à quarante mois, de chercheurs invités ont été financés par le Studium (agence régionale de valorisation scientifique). Une doctorante de l'unité a bénéficié d'une visite d'un mois en Corée.

L'unité possède un responsable communication qui actualise le site WEB, et effectue le référencement des articles sur HAL.

### Points faibles et risques liés au contexte

La durée moyenne des thèses dépasse largement les 36 mois, avec une moyenne de 44 mois pour des durées allant de 35 mois à 60 mois.

## *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

L'unité a une forte implication dans les projets bilatéraux de type Hubert Curien. Six PHC sont actuellement en cours avec une bonne répartition selon les trois axes, qui permettent d'engager des collaborations à l'international.

L'unité a participé à sept projets issus d'appels à projets ANR, au cours du mandat, répartis dans les différents axes. Le comité souligne le fort taux de réussite (37 %) aux appels à projets déposés à l'ANR.

Les projets scientifiques de l'unité sont fortement soutenus par la région Centre-Val de Loire, à travers différents dispositifs (APR-intérêt régional, APR-initiative académique, ARD, etc.) avec près de vingt projets dont neuf projets sont encore en cours.

Il est à noter le nombre très important de doctorants (46), de post-doctorants (28) et d'ingénieurs (13) accueillis au cours de la période.

### Points faibles et risques liés au contexte

L'encadrement et la formation des doctorants, post-doctorants et ingénieurs peuvent être fragilisés eu égard au nombre limité d'enseignants-chercheurs et à l'absence de personnels d'appui à la recherche impliqués directement dans les études.

La forte dépendance aux financements de la région Centre-Val de Loire constitue un risque. Aucun des projets financés par l'ANR n'est porté par les membres de l'unité. L'unité n'a pas de projet européen en cours.

## *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 est impliquée dans différentes plateformes du site de Tours ce qui lui permet d'avoir accès à un pool expérimental conséquent notamment d'équipements lourds : plateforme CERTeM, plateau technique de

l'université de Tours, plateforme CERMEL. L'utilisation de ces plateformes est prise en charge au niveau de l'unité ou par les plateformes elles-mêmes.

Le PCM2E a pu acquérir de nombreux équipements pour les mesures électrochimiques consacrées au stockage électrochimique (178 voies de cyclage, mesures d'impédance électrochimique sur 15 voies, 4 boosters de courant 4A), pour les caractérisations physico-chimiques (calorimétrie, dilatométrie) et les méthodes couplées (TGA/FTIR, etc.). L'ensemble de ces équipements lui permet de mener ses recherches dans de bonnes conditions.

Il est à noter que les doctorants sont proactifs dans la gestion au quotidien des différents équipements.

### Points faibles et risques liés au contexte

L'unité n'a pas de personnel d'appui à la recherche pour assurer le fonctionnement et la maintenance de ses nombreux équipements. De ce fait, l'entretien des équipements est assuré en partie par des non-permanents. La pérennité des compétences expérimentales se trouve fragilisée.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

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

Le comité apprécie la très forte dynamique de l'unité au niveau des publications avec une production de grande qualité, dans des journaux, en parfaite adéquation avec ses domaines d'expertise. Le taux moyen de près de quatre publications par ETP et par an est à souligner.

Les nombreuses collaborations de l'unité à l'international participent à cette importante activité de publications.

Une forte hétérogénéité au niveau des personnels impliqués dans cette production scientifique est cependant à noter.

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

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux de recherche de l'unité se sont focalisés sur la caractérisation physico-chimique et électrochimique de milieux ioniques, l'étude des matériaux actifs et des dispositifs de stockage d'énergie associés. Cela a permis de proposer des travaux originaux et reconnus dans le domaine avec des publications réparties entre les trois thématiques de l'unité.

La production scientifique est de très grande qualité. Les publications (ACL) sont réalisées dans des journaux reconnus des communautés scientifiques correspondant aux thématiques de l'unité : électrochimie (*Electrochimica Acta*, *J. of Power Sources*, etc.), matériaux (*J. Mater. Chem.*, etc.) et physico-chimie (*PhysChemChemPhys*, *ChemPhysChem*, etc.). Certaines publications ont une audience plus large et des journaux généralistes sont également ciblés par l'unité (*Chemical Review*, *Advanced Functional Materials*, *Energy Storage Materials*).

Il est à noter que 56 % des publications sont réalisées avec une équipe internationale, ratio en forte progression par rapport au précédent mandat (30 %). Les membres du laboratoire sont très souvent « *corresponding author* » ou premier ou dernier auteur (dans 50 % des publications). La production est équilibrée entre les sujets portés par le laboratoire et les sujets en collaboration à l'international.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le comité n'a pas relevé de points faibles sur ce critère.

## *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

Près de 170 publications (articles, chapitres d'ouvrages et *proceedings*) ont été produites au cours du mandat, correspondant à un nombre moyen conséquent de près de quatre publications par an et ETP.

Les doctorants et post-doctorants contribuent fortement à la production scientifique. Les doctorants sont impliqués dans 60 % des articles, ce qui conduit en moyenne à trois publications par doctorant au cours de sa thèse.

### Points faibles et risques liés au contexte

La qualité et la quantité de la production scientifique sont trop hétérogènes et très dépendantes de certains enseignants-chercheurs. Ceci peut en partie être lié aux charges d'enseignement et de responsabilités pédagogiques de certains d'entre eux.

## *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

Un responsable de l'intégrité scientifique est présent au niveau de l'université de Tours et des formations sur ce sujet sont suivies par les doctorants en lien avec les écoles doctorales (ED). Un logiciel anti-plagiat (Compilato) est aussi disponible. Les enseignants-chercheurs de l'unité ont participé à une formation à l'encadrement de thèse proposée par le collège des ED.

### Points faibles et risques liés au contexte

La conservation, la traçabilité et l'accessibilité des données informatiques obtenues lors des travaux de recherche ne sont pas mises en place.

Le comité note une valeur modeste des publications accessibles sur HAL (18 % en texte intégral, 64 % sous forme de références).

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

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

Les interactions de l'unité avec son environnement socio-économique sont d'excellente qualité comme l'attestent plusieurs dispositifs Cifre (trois), plusieurs contrats industriels (sept) et de nombreux projets financés par la région. Il en va de même pour l'implication du laboratoire dans des startups.

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

### Points forts et possibilités liées au contexte

La qualité des interactions non-académiques est révélée par la pérennisation des collaborations avec différentes start-up ou petites entreprises (Nawatechnologies, Moduleus, Ikamba Organics et sa plateforme IkambaLab), dont l'une a été créée par un ancien doctorant de l'unité (Ikamba).

L'unité a développé un partenariat privilégié avec le CEA Le Ripault jusqu'en 2018 au travers d'un laboratoire de recherche correspondant LRC.

L'unité est impliquée dans le laboratoire commun NAWALAB créé avec le laboratoire de Physicochimie des Polymères et des Interfaces de l'université de Cergy-Pontoise (LPPI EA2528), le CEA Saclay (NIMBE/LEDNA) et l'entreprise Nawatechnologies, renouvelé pour la période 2021- 2024.

L'unité est engagée dans des projets en partenariats industriels (SAFT, Arkema, Rescoll, ST Microelectronics, etc.), dont les start-up, au travers de plusieurs contrats, de financements de thèses, de dispositifs Cifre pour environ 25 % des doctorants et de financements de post-doctorants.

L'unité est membre de différents pôles de compétitivité (S2E2 et POLYMERIS).

#### Points faibles et risques liés au contexte

Certaines collaborations stratégiques se sont arrêtées ce qui peut conduire à une baisse de l'activité contractuelle et à une diminution du recrutement de personnels non permanents et du financement des activités.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Treize brevets ont été déposés au cours de la période 2016-2021, ce qui représente une forte progression par rapport aux mandats précédents (deux pour 2006-2010 et neuf pour 2011-2015). Cette activité de valorisation s'appuie sur les supports de l'office de transfert de technologie régional C-Valo et du service partenariat et valorisation de l'université de Tours.

Il est à souligner que deux brevets sont licenciés (Nawatechnologies) et trois sous option de licence (deux à Nawatechnologies, un à Moduleus).

La thématique stockage - conversion électrochimique de l'unité est clairement en lien direct avec les enjeux sociétaux actuels.

Il faut aussi souligner le fort appui de la région Centre-Val de Loire dans le cadre des thématiques de recherche de l'unité, et les liens créés avec le tissu industriel local.

#### Points faibles et risques liés au contexte

La thématique énergie pourrait être fragilisée du fait qu'elle n'est pas affichée dans les axes prioritaires de recherche de l'université de Tours.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité participe à des actions de communication auprès des lycées et collèges et ouvre ses portes régulièrement dans ce but : journées portes ouvertes, visite de laboratoire, action de sensibilisation avec mise en place de travaux pratiques.

Le laboratoire participe à la fête annuelle de la science ainsi qu'à des tables rondes avec le grand public.

#### Points faibles et risques liés au contexte

Le comité note une hétérogénéité des personnels impliqués dans ces tâches de diffusion.

## C - RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Le comité recommande à l'unité un recentrage des activités de recherche en lien avec les ressources actuelles du laboratoire et notamment en tenant compte du départ récent de plusieurs acteurs clés de la recherche au sein de l'unité. Le comité encourage l'unité à poursuivre la même dynamique pour répondre aux différents appels à projets ainsi qu'aux différentes sollicitations des industriels.

Le comité préconise d'améliorer la communication interne de l'unité grâce à l'organisation de réunions de laboratoire régulières et à la diffusion de comptes-rendus. Une animation scientifique plus dynamique, en s'appuyant sur les forces vives, permanents et non-permanents, devrait permettre d'accroître la cohésion de l'unité. L'unité devrait renforcer le caractère collectif du travail de recherche mené afin de pérenniser sa visibilité.

Le comité recommande à l'unité d'affiner collectivement sa politique et sa stratégie scientifiques pour le prochain mandat, en lien avec l'écosystème local et la tutelle. Le comité recommande la formalisation des missions des acteurs du pilotage de l'unité et des instances consultatives (direction adjointe, conseil de laboratoire).

Le comité insiste sur l'importance d'une intégration des nouveaux enseignants-chercheurs dans un environnement serein.

Le comité encourage l'unité à définir collectivement le périmètre (mise en place d'une plateforme mutualisée, etc.) et les missions d'un PAR afin d'élaborer la meilleure stratégie pour obtenir ce poste.

### *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

Le comité recommande à l'ensemble des forces du laboratoire de s'investir pleinement pour contribuer à pérenniser, développer les collaborations internationales en tirant profit des dispositifs mis en place comme l'agence régionale Studium.

Le comité invite le laboratoire à maintenir ses liens forts avec le master Matériaux de l'université de Tours.

Au vu de la taille de l'unité, un renforcement de son attractivité et de sa visibilité pourrait être mené au travers du développement d'interactions avec d'autres laboratoires du site de Tours.

Le comité recommande à l'unité de veiller à diversifier ses ressources propres en ciblant les appels à projets européens et les nouveaux appels à projets nationaux comme ceux des PEPR.

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

Le comité encourage l'unité à maintenir les bons niveaux quantitatif et qualitatif de publications dans les journaux spécialisés du domaine.

Le comité recommande à l'unité la mise en place d'une stratégie pour impliquer les enseignants-chercheurs qui publient peu, en améliorant leur participation active aux différents projets collaboratifs de l'unité.

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

Le comité encourage l'unité à poursuivre son implication dans les collaborations, entre autres, avec les start-up, ainsi qu'à maintenir sa dynamique de dépôt de brevets.

La forte implication de l'unité sur les sujets d'actualité notamment avec des acteurs locaux paraît propice à la diffusion des connaissances vers le grand public, qui pourrait donc être renforcée.

Les hétérogénéités concernant les contacts et les collaborations avec les acteurs du monde non académique et les activités de vulgarisation scientifique, pourraient être diminuées.

## DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

### DATES

**Début :** 24 janvier 2023 à 13h00

**Fin :** 25 janvier 2023 à 18h00

**Entretiens réalisés en distanciel**

### PROGRAMME DES ENTRETIENS

#### Mardi 24 janvier 2023

13:00 - 13:55 Réunion comité (huis clos – lien visioconférence privé Hcéres)  
13:55 - 14:00 Mise en place visioconférence lien public mise en place Hcéres  
14:00 - 14:10 Présentation du comité (ouvert à l'ensemble de PCM2E)  
14:10 - 15:00 Présentation du directeur d'unité – bilan / vie (25 min)  
Discussion (25 min) (ouvert à l'ensemble de PCM2E)  
15:00 - 15:20 Présentation de la trajectoire de PCM2E (10 min)  
Discussion 10 min (ouvert à l'ensemble de PCM2E)  
15:20 - 15:40 Pause  
15:40 - 17:00 Présentation de quatre faits marquants (45 min)  
Discussion (35 min) (ouvert à l'ensemble de PCM2E)  
17:00 Fin visioconférence lien public  
17:20 - 18:30 Réunion comité (huis clos – lien visioconférence privé Hcéres)

#### Mercredi 25 janvier 2023

08:30 - 09:00 Réunion comité (huis clos – lien visioconférence privé Hcéres)  
09:00 - 09:10 Mise en place visioconférence (lien visio privé 1 Hcéres)  
09:10 - 09:40 Entretien du comité avec les personnels d'appui à la recherche (sans DU, DU adjoint, sans responsables)  
09:40 - 09:50 Mise en place visioconférence (lien visioconférence privé 2 Hcéres)  
09:50 - 10:20 Entretien du comité avec les personnels enseignant.e.s-chercheur.e.s (sans DU, DU adjoint)  
10:20 - 10:30 Mise en place visioconférence (lien visioconférence privé 3 Hcéres)  
10:30 - 11:00 Entretien du comité avec les doctorant.e.s et post-doctorant.e.s (sans DU, DU adjoint, sans responsables)  
11:00 - 11:20 Pause  
11:20 - 11:45 Entretiens personnalisés sur demande de RDV des personnels avant le 15 janvier 2023  
Liens personnels – visioconférence salons privés Hcéres  
11:45 - 13:20 Pause repas suivie de réunion du comité (huis clos - lien visioconférence privé Hcéres)  
13:20 - 13:30 Mise en place visioconférence (lien visioconférence privé 4 Hcéres)  
13:30 - 13:55 Entretien du comité avec les représentant.e.s de la tutelle université de Tours  
13:55 - 14:30 Réunion comité (huis clos – lien visioconférence privé Hcéres)  
14:30 - 14:40 Mise en place visioconférence (lien visioconférence privé 5 Hcéres)  
14:40 - 15:00 Entretien avec le directeur et la directrice-adjointe  
Clôture du comité  
15:00 - 18:30 Réunion comité (huis clos – lien visioconférence privé Hcéres)

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

**Hcéres**  
**Département d'évaluation de la recherche**

Tours, le 26/04/2023

**Objet : DER-PUR230023331 - PCM2E - Physico-chimie des matériaux et des électrolytes pour l'énergie.**

Au nom de l'EA PCM2E et de l'université de Tours, j'adresse mes sincères remerciements aux membres du comité d'experts Hcéres pour leur rapport et leurs recommandations. Suite à lecture attentive du rapport, l'université de Tours souhaite faire les observations suivantes sur le caractère structurellement contraint des marges de manœuvre de l'établissement en matière de recrutement.

**1.** Depuis de nombreuses années, la sous-dotation de notre établissement est reconnue : en effet, au regard d'universités de taille, de localisation et de structuration comparables (universités de province de taille moyenne avec un secteur santé), **l'université de Tours accuse un écart structurel historique de 10 à 17 Millions d'Euros sur sa SPCSP (chiffres des comptes financiers 2021)**. Depuis son élection, l'équipe présidentielle actuelle n'a cessé d'entreprendre toutes les démarches auprès du MESR pour obtenir un rééquilibrage, ce qui a abouti en 2021 à l'obtention d'une dotation d'amorce de rééquilibrage de 1M€. Celle-ci a permis à l'établissement de recruter quelques emplois (essentiellement de Biatss et d'enseignants-chercheurs) et de republier des postes pourvus depuis longtemps par des ATERS.

**2. Le plafond d'emploi état de l'université de Tours n'a pas été augmenté depuis 2018** (il se monte à environ 2110 ETPT). Le MESR, conscient de cette difficulté, vient de remonter ce plafond de 21 ETPT, sachant cependant que cette quotité est en grande partie liée à la création de la faculté d'odontologie de l'UT et à l'appui à la création de la faculté de médecine d'Orléans.

**3. La sous-dotation en emplois de titulaires oblige l'UT à procéder à des recrutements sur son plafond propre** (de CDD massivement) : la hausse du point d'indice en juillet 2022 n'ayant pas été compensée en 2023 pour les personnels sur plafond propre de notre établissement, la dotation d'1M€ sus-mentionnée va s'en trouver entièrement annulée.

**4. La non-compensation du GVT** depuis plusieurs années a abouti à ce que, pour la première fois en 2022, la SPCSP de l'université de Tours (masse salariale et fonctionnement) ne couvre pas les besoins de masse salariale totale de l'établissement.

La conjonction de ces différents facteurs aboutit à de fortes contraintes sur les possibilités de recrutement, tant d'enseignants-chercheurs que de personnels d'appui, ce qui a d'importantes conséquences, d'une part sur l'appui qu'il est possible d'offrir à la recherche, et d'autre part sur les conditions de travail de l'ensemble des personnels. Par



ailleurs, dans les années à venir, les marges de manœuvre seront vraisemblablement encore diminuées, ne serait-ce que du fait de l'augmentation du coût de l'énergie (« seulement » +30% en 2022, mais une hausse de 100% est à anticiper pour 2023, du fait du renouvellement de notre marché), avec une vraisemblable amplification des conséquences mentionnées ci-dessus. Les possibilités d'action résident essentiellement dans la mutualisation des personnels et des équipements, largement mise en avant dans la partie Recherche du DAE établissement et dans les échanges entre le comité et les tutelles.

l'unité de recherche PCM2E n'a pas d'observations de portée générale à transmettre.

Je vous prie d'agréer l'expression de mes salutations distinguées.

Le Président de l'université de Tours

Arnaud GIACOMETTI

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

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



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

[hceres.fr](http://hceres.fr)

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

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

