

Document d'autoévaluation (DAE) Unité de recherche mono-équipe

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023

VAGUE C

L'unité rédige ce document (DAE) en complétant les rubriques ci-dessous et en suivant le plan indiqué. Les parties en bleu, dans le texte et en appendice, sont des repères pour l'autoévaluation. Elles doivent être supprimées dans le document rédigé.

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Nom de l'unité pour le contrat en cours :

Acronyme pour le contrat en cours : PCM2E

Label et numéro : EA 6299

Domaine scientifique principal : Chimie

Choisissez un élément.

On renseigne ci-dessus le domaine scientifique principal.

Panels scientifiques (dans la nomenclature du Hcéres) par ordre décroissant d'importance :

Panel 1

ST4 : Chimie

Panel 2

ST5 : Sciences pour l'ingénieur

Directeur pour le contrat en cours :

François Tran-Van

Établissements et organismes de rattachement (tutelles) :

Liste des établissements et organismes de rattachement (tutelles) de l'unité de recherche **pour le contrat en cours**

- Université de Tours

1- PRÉSENTATION DE L'UNITÉ

Historique, localisation de l'unité.

Structuration et thématiques scientifiques de l'unité.

Taille et composition de l'unité au 31/12/2021.

Le laboratoire de Physico-Chimie des Matériaux et des Electrolytes pour l'Energie (PCM2E - EA6299) a été créé en janvier 2012. Il 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 (batteries, supercondensateurs, photovoltaïque hybride, thermoélectricité). Il s'est formé suite à la reconstitution de plusieurs équipes issues du laboratoire de Physico-chimie des Matériaux et des Biomolécules (PCMB - EA4244) du contrat quadriennal 2008-2012, réparties sur les sites de l'UFR de Sciences et Techniques et de la faculté de pharmacie de l'Université de Tours. Depuis dix ans, le PCM2E s'est donc rassemblé et recentré sur des axes spécifiques liés à la chimie des matériaux, des électrolytes et de leurs applications pour l'Energie. Le PCM2E compte environ 40 personnes incluant 17 permanents (et un professeur émérite), tous localisés dans un bâtiment dédié au département de chimie de l'UFR de Sciences et Techniques de l'Université de Tours. Parmi son personnel permanent, nous comptons douze enseignants/chercheurs de la 31^{ème} section CNU (dont deux professeurs), un professeur de chimie organique (32^{ème} section CNU), un maître de conférences de 33^{ème} section CNU et trois personnels BIATSS (une technicienne, une adjointe technique et une secrétaire) qui participent à la vie du laboratoire à hauteur de 25% de leur temps de travail respectif en moyenne). Le laboratoire est structuré autour des compétences en **électrochimie, physico-chimie, thermodynamique, conception et synthèse de matériaux et de polymères** (conjugués). Les dispositifs étudiés et optimisés concernent principalement les batteries Li-ion, les supercondensateurs, les cellules solaires hybrides et les dispositifs thermoélectriques.

Le laboratoire est organisé en mono-équipe avec trois axes prioritaires qui sont :

- Matériaux innovants pour le stockage de l'énergie (Axe1)
- Matériaux π -conjugués (Axe2)
- Electrolytes et milieux ioniques : liquides ioniques (LI) et solvants à eutectique profond (DES) (Axe3)

Tous les membres de l'équipe travaillent conjointement sur l'un ou sur plusieurs de ces axes car ceux-ci sont complémentaires et en lien avec les sections CNU des EC (sections 31, 32 et 33).

Un maître de conférences (J. Jacquemin) a rejoint l'équipe en 2016 après 5 ans de délégation à la Queen's University de Belfast et l'unité a accueilli un professeur des Universités (M. Abarbri) en début de contrat (2018) anciennement responsable d'une équipe de chimie organique de l'unité ISP UMR1282. **Ce renfort en ressources humaines et compétences scientifiques** a permis de consolider les activités de recherche de l'unité, ses missions de formation à/par la recherche et son rayonnement à l'international.

2- PROFIL D'ACTIVITÉS

Le profil d'activités permet à l'unité de se positionner selon sept grandes catégories d'activités. L'unité dispose de 100 points à répartir sur les sept catégories d'activités.

Activités	Répartissez 0 à 100 sur ces 7 items
Administration de la recherche (responsabilité de pilotage de la recherche (VP, Direction d'Institut, DAS, ...) participation à des instances d'évaluation (CNU, CoNRS, CSS...), responsable de volet IdEx, direction de projets -ANR, Horizon Europe, ERC, CPER-, responsabilités éditoriales dans des revues ou collections nationales et internationales)	22
Dissémination de la recherche (partage de connaissances avec le grand public, médiation scientifique, interface science/société)	3
Encadrement de la recherche (implication au niveau D ainsi que dans le suivi de projets post-doctoraux)	25
Contribution à l'adossement d'enseignements innovants à la recherche (EUR, SFRI, etc.)	/
Expertise technique (pouvoirs publics aux niveaux national et régional, entreprises, instances internationales (FAO, OMS, ...))	/
Recherche	25
Valorisation, transfert, innovation	25
Le total doit impérativement être égal à 100	

3- ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE

L'unité présente synthétiquement les structures de recherche et de valorisation dans lesquelles elle est impliquée, à l'échelle de l'établissement ou du site :

- contribution à un champ de recherche (pôle, institut, secteur, quartier, campus, etc.) et description de celui-ci ;
- implication dans une structure créée par le PIA du type Idex, Isite, Labex, Équipex, EUR, IHU, etc. ;
- appartenance à des fédérations de recherche, des plateformes, une MSH, un OSU, etc. ;
- inscription dans des clusters régionaux ;
- participation à des structures de valorisation et de transfert (incubateurs, SATT, IRT, ITE, etc.) ;
- implication dans le continuum entre laboratoires de recherche et structures de soins.

Le laboratoire PCM2E appartient à l'UFR de Sciences et Techniques de l'Université de Tours situé sur le campus de Grandmont. Il fait partie du pôle des quatre laboratoires de Tours de l'école doctorale Energie, 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. Il est acteur depuis 2016 dans deux centres d'étude et de recherche (CER) orientés vers l'électronique et la microélectronique et vers les élastomères (voir DE1/REF1/C4). Il 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). Le PCM2E participe également au plateau technique de recherche de l'Université de Tours : *i.e.* une plateforme de microscopies (MEB/TEM) et de RMN.

Il 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) et en lien avec le service partenariat innovation valorisation (SPIV) de l'université de Tours. Il collabore avec les deux grands centres de recherche de la région

Centre Val de Loire à savoir le CEA-Le Ripault et STMicroelectronics. Il est impliqué dans un continuum de laboratoire intitulé NAWALAB2 associant l'université de Cergy Pontoise (laboratoire LPPI EA2528), le CEA Saclay (NIMBE/LEDNA) et l'entreprise Nawatechnologies et a participé avec le CEA-Le Ripault à un Laboratoire de Recherche Conventionné-(LRC-CEA-PCM2E N°3) durant la période 2016-2018 (et dont le démarrage a été initié en 2010)

4- PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'unité présente de façon synthétique les actions entreprises pour mettre en œuvre les recommandations de la précédente évaluation.

Les recommandations globales de l'unité de la dernière évaluation étaient :

- **Persévérer dans les thématiques qui ont fait la réputation du laboratoire** : nous avons suivi cette recommandation en nous focalisant sur les trois axes prioritaires définis dans le projet 2018-2022 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 »
- **Encourager l'international** : nous avons poursuivi nos efforts pour renforcer nos collaborations internationales (voir D2-Ref2-C2) en augmentant les publications co-signées avec les groupes internationaux (voir D3-Ref1-C5) et l'organisation de conférences/workshops (voir D2-Ref3-C1). Le laboratoire a également construit des partenariats forts et pérennes avec plusieurs universités /laboratoires étrangers (Voir D2-Ref2-C1).
- **Continuer à soutenir l'émergence de jeunes chercheurs** : 3 HDR ont été soutenues (dont deux chercheurs associés en lien avec le laboratoire) et deux autres chercheurs sont inscrits à l'université de Tours pour des soutenances prévues en 2023. Deux EC plus expérimentés ont été promus Professeurs dans une université étrangère (UM6P-Maroc) traduisant une reconnaissance scientifique et un rayonnement international en lien avec le succès de l'application de la recommandation précédente.

DOCUMENT D'AUTOÉVALUATION

Le document d'autoévaluation est construit sur la base du référentiel d'évaluation. La direction de l'unité renseigne les informations demandées pour l'ensemble des domaines d'évaluation.

Toutefois, si certaines références ou critères ne sont pas pertinents en regard du profil d'activités de l'unité et de ses missions, la direction de l'unité inscrit la mention « sans objet ».

Selon les domaines d'évaluation, l'unité appuie son argumentation sur :

- les données fournies dans les deux fichiers Excel : « Données de caractérisation » et « Données de production et d'activités » ;
- les éléments sélectionnés pour la constitution du portfolio (cf. appendice).

Domaine d'évaluation 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité

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

C1. L'unité présente un profil d'activités conforme à ses missions et aux possibilités offertes par les ressources humaines que les tutelles mettent à sa disposition.

Le laboratoire est fortement impliqué dans ses activités 1) d'encadrement de la recherche, 2) de valorisation, 3) de recherche et 4) d'administration de cette dernière.

- 1) L'encadrement de la recherche s'effectue à travers l'implication de l'unité dans le master « chimie et sciences des matériaux » qu'elle pilote à travers la mention, la première année de Master et le parcours en alternance ainsi que dans l'école doctorale « Energie, Matériaux, Science de la Terre et de l'Univers » (EMSTU) (voir D2-Ref2-C1). L'accueil d'un nombre très important (au regard de la taille de l'équipe) de stagiaires de Master1 et Master2 au laboratoire traduit le fort investissement de ce dernier dans la politique de formation par la recherche. Par ailleurs le laboratoire a formé **25 docteurs** (dont 10 provenant du master matériaux) et **28 post-doctorants** ont bénéficié de contrats de recherche durant la période 2016-2021 (en forte augmentation par rapport au contrat précédent- 10 docteurs et 13 postdoctorants) (voir D2 Ref3 C5). Le laboratoire accueille actuellement 18 doctorants.
- 2) Le nombre conséquent de collaborations industrielles permet à l'unité de valoriser sa recherche à travers la propriété intellectuelle (**13 brevets**), et la participation au développement de startups locales et nationales (voir D4-Ref1-C1) reflète l'implication de l'équipe dans des activités de recherche pour (et dans) la société.
- 3) Le PCM2E a su poursuivre sa dynamique de production scientifique du contrat précédent (qualifiée d'excellente par l'HCERES) en gardant un taux de publication élevé (**161 ACL**) dans des journaux variés (76 journaux différents) d'impact facteur moyen de 4,96. L'équipe a su stabiliser sa production en renforçant ses collaborations internationales comme préconisé lors de l'évaluation précédente et en ciblant certains journaux à fort impact facteur. (**Chemical Review, Advanced Functional Materials, Energy Storage Materials**, ...)
- 4) Les membres du PCM2E sont impliqués dans plusieurs instances d'évaluation nationales (**CNU, ANR, HCERES, CPER**) et internationales (ESF's college of expert reviewers) et participe à des responsabilités dans des **institutions scientifiques/sociétés savantes** (Chemical Engineers / Clean Energy Special Interest Group, Physical and Biophysical Chemistry IUPAC, GDR Energy storage Supergen) et **éditoriales internationales** (Thermo, Journal of solution chemistry, Chem Engineering, Helyion).

C2. En adéquation avec son profil d'activités et son environnement de recherche, l'unité veille à disposer de ressources financières supplémentaires, au-delà de sa dotation récurrente.

La participation du PCM2E à de nombreux projets de recherche et contrats industriels (voir tableau Excel/contrat de recherche) dans le domaine du stockage électrochimique (batteries et supercondensateurs) et sur le développement des semi-conducteurs organiques et nanostructures originales assure des ressources financières conséquentes (**650 Keuros** par an en moyenne sur les six ans (cf. Tableau Excel/ ressources propres) complémentaires aux 38 Keuros/an de budget récurrent (cf. Tableau Excel/ dotation récurrente)).

En s'appuyant sur son profil d'activités, l'unité analyse la façon dont elle satisfait aux critères C1 et C2 de la référence 1.

Malgré la taille modeste de l'équipe, le dynamisme des membres du laboratoire permet de se positionner et **s'impliquer de façon importante et équilibrée entre quatre grandes catégories d'activité** (voir profil d'activité). Elle a su construire dans le temps une formation de master en lien avec ses thématiques de recherche pour permettre de former à la recherche des jeunes chercheurs sur un domaine en plein essor (matériaux pour l'énergie). Grâce à des thématiques porteuses sur les matériaux pour l'énergie, le PCM2E répond aussi très largement aux appels d'offres régionaux, nationaux et internationaux et collabore avec les industriels du domaine du stockage et de la conversion. La recherche et la valorisation sont ainsi dynamisées par ces projets académiques et industriels. Cette activité lui permet de disposer de ressources financières très au-delà de sa dotation

récurrente (5% du budget global) et lui assure un fonctionnement pérenne.

C3. L'unité mutualise une partie de ses ressources propres pour favoriser notamment les activités collectives de recherche et l'émergence de thématiques novatrices.

Le budget du laboratoire est séparé entre le budget récurrent issu de l'université [incluant un « appel à projet local » pour du petit matériel et un budget spécifique pour favoriser les relations internationales (BQI)] et un budget lié aux contrats. Le budget récurrent (de l'ordre de 38 keuros/an – voir Tableau Excel dotations récurrentes) est utilisé pour les commandes de fonctionnement et d'équipement communs. Enfin, **15% du budget de fonctionnement de chaque contrat sont prélevés pour le fonctionnement commun du laboratoire**. Notons que chaque responsable scientifique de projet est également responsable de la gestion du budget associé, en accord avec le directeur du laboratoire.

Par ailleurs, **le PCM2E met en commun l'ensemble des appareillages du laboratoire (ainsi que la verrerie, solvants, produits chimiques, ...)**.

L'unité présente sa politique de mutualisation en matière de ressources propres et en apprécie les résultats et les limites.

La politique de mutualisation d'une partie du budget global du laboratoire permet de financer les recherches académiques (stages de master, fonctionnement des thèses établissement, thèses région, thèses en cotutelle) sur des sujets de recherche plus fondamentaux n'étant pas liés directement à un projet industriel et un financement spécifique. Grâce à un budget conséquent, l'ensemble des membres du laboratoire est en mesure de fonctionner avec les appareillages, verrerie et produits chimiques communs en proposant des projets exploratoires et novateurs non financés. Cette politique de fonctionnement mutualisé s'appuie sur quelques projets fortement financés qu'il faudrait augmenter par l'implication de l'ensemble des membres de l'équipe aux dépôts de projets industriels.

C4. L'unité veille à l'adéquation de ses objectifs scientifiques avec les locaux, les infrastructures, les plateformes, les matériels, les logiciels et les ressources documentaires mis à sa disposition.

Depuis janvier 2016, le PCM2E s'est étendu avec **une zone de recherche supplémentaire de 95 m²** correspondant à 75 m² de laboratoire et 20 m² de « bureaux/lieux de vie » au rez-de-jardin du bâtiment de chimie (occupé antérieurement par une équipe de biologistes). Cette extension a permis de faciliter le positionnement de nouveaux appareillages acquis dans le cadre des contrats et projets : Nouvelle BAG, appareillage de mesure de conductivité électrique, microbalance à quartz, microcalorimètre et mesures de calorimétrie in situ, DSC couplée à de la microscopie et de la photoirradiation. Par ailleurs, à la demande du PCM2E, l'UFR Sciences et Techniques a redéployé une salle de cours d'informatique du bâtiment de chimie (d'environ 50 m²) et l'a transformée en bureaux « open space » pour accueillir une partie des Master/doctorants/post-doctorants du PCM2E. Depuis mars 2022, **un nouveau laboratoire de chimie de 120 m² + 30 m² de bureaux a été attribué au PCM2E** (suite à la restructuration/déménagement d'une équipe de chimie organique-SIMBA-EA7002) permettant l'extension de sa partie chimie de synthèse et l'acquisition de 4 sorbonnes et 6 paillasse supplémentaires. Enfin, la création d'une zone recherche accessible uniquement par badge en accord avec la politique de sécurisation des données numériques de l'université et le **passage en ZRR** du PCM2E sont prévus pour 2023.

Le laboratoire PCM2E fait partie de la **plateforme CERTeM 2020** depuis 2012 (<http://certem.univ-tours.fr/>). Il peut ainsi bénéficier des appareillages du centre d'étude et de recherche pour des sujets ciblés sur le stockage et la conversion d'énergie (Axe 1 et Axe 2). Dans le cadre de la politique d'investissement de cette plateforme (contrat quinquennal de la région CVL), le laboratoire acquiert régulièrement des appareillages de caractérisation. Le PCM2E bénéficie également de la présence d'un plateau technique mutualisé de l'université de Tours : *i.e.* une plateforme de microscopies

(MEB/TEM) et une plateforme de RMN. Enfin, les activités de recherche de l'équipe sur les polymères (Axe 2) ont amené logiquement certains membres du PCM2E à participer à la **plateforme CERMEL** (<http://cermel.univ-tours.fr/>) au travers des collaborations avec le Laboratoire Gabriel Lamé (LaMé-EA7494) de l'Université de Tours/Université d'Orléans/INSA CvL (Annexe 1). Comme indiqué précédemment, le laboratoire met à disposition des chercheurs l'ensemble des équipements de l'équipe (quel que soit le mode de financement obtenu pour l'acquérir). Les ressources documentaires (Scifinder – commande d'articles sur demande) sont mises à disposition de l'ensemble des chercheurs de l'équipe.

L'unité apprécie la pertinence de ses objectifs scientifiques au regard de sa situation logistique et en analyse les forces et les faiblesses.

Le fort développement de l'activité de recherche du PCM2E ces dix dernières années a entraîné le recrutement d'un nombre important de jeunes chercheurs et l'acquisition de nombreux appareillages de caractérisation. Grâce à l'aide de l'UFR Sciences et Techniques et des instances de l'université de Tours, des aménagements et extensions de zones de travail ont pu avoir lieu dans le bâtiment de chimie ce qui permet au laboratoire de maîtriser et gérer cette croissance d'activité. L'opportunité d'un nouveau laboratoire de chimie depuis février 2022 va permettre de localiser une zone « recherche » conséquente en cohérence avec le développement du laboratoire. Les liens du laboratoire avec les différentes plateformes des CER renforcent les moyens techniques disponibles. Le point faible du laboratoire reste la petite taille de l'équipe par rapport au nombre de projets et surtout l'absence de personnels BIATSS à temps plein (que l'équipe demande et que l'HCERES signale avec insistance depuis deux contrats) qui reste d'autant plus nécessaire que le nombre de nouveaux équipements continue à s'accroître ainsi que leur technicité et les besoins de maintenance résultants. Cette pénurie de personnels techniques pérennes oblige les EC et jeunes chercheurs à consacrer un temps important à des tâches de gestion et de maintenance qui limitent le temps consacré à leur recherche spécifique.

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

C1. L'unité a une vision claire de son environnement de recherche et une connaissance solide de ses acteurs. Elle tient compte de la politique de ses tutelles en matière de recherche et de valorisation.

Nous nous sommes attachés, durant ce contrat, à **pérenniser la thématique fédératrice** de l'équipe liée aux **matériaux pour le stockage et conversion de l'énergie**, thématique porteuse aussi bien d'un point de vue académique (soutenue par la région Centre Val de Loire et au niveau national par l'ANR) qu'à l'échelle industrielle (multiples projets) comme le dernier rapport HCERES nous le recommandait. Le laboratoire a ciblé sa recherche sur certains domaines très spécifiques qui le distinguent à savoir 1) les études thermodynamiques et électrochimiques sur les milieux ioniques et électrolytes pour des applications liées au stockage (électrochimique), 2) les matériaux π -conjugués pour le développement de cellules solaires hybrides, 3) les matériaux nanostructurés pour la réalisation de batteries et supercondensateurs. Malgré une concurrence importante dans ces domaines, le PCM2E a su se positionner et profiter d'un environnement local favorable (CEA-Le Ripault, pôle de compétitivités S2E2 et Polymeris, Région Centre Val de Loire), national (GDR Liquides ioniques et polymère, GDR OERA, GDR redox flow, GDR Name) et industriel (Renault, SAFT, Hutchinson, STMicroelectronics, ...) pour développer ses projets de recherche et de valorisation.

L'unité analyse la pertinence de ses objectifs scientifiques au regard de l'état de l'art dans son domaine de recherche et elle identifie les acteurs clés, académiques et non académiques, qu'elle est capable de mobiliser. Elle apprécie l'adéquation de ses objectifs avec la politique de ses tutelles.

Le PCM2E s'est positionné dans le domaine de l'Energie et des Matériaux, thématique porteuse et soutenue aussi bien au niveau de la Région Centre qu'au niveau national (thématique ANR : Energie propre et Durable) et européen (H2020). Le laboratoire est positionné sur des thématiques de recherche spécifiques et connaît parfaitement les acteurs des domaines académiques à travers les

GDR auxquels il appartient, les collaborations internationales ainsi que dans le domaine industriel grâce aux collaborations et projets de recherche. Les objectifs scientifiques de l'équipe, en lien avec les thématiques de l'ED EMSTU, le service de valorisation de l'université et l'organisme régional C-Valo sont bien positionnés relativement à la politique de ses tutelles et sont en accord avec les domaines de spécialisation de la région Centre Val de Loire (DPS3 : Composants des sous-systèmes de la gestion et du stockage). Nous nous projetons vers la poursuite des recherches sur les liquides ioniques, Deep Eutectic Solvant et leurs formulations dans des matrices polymères sachant que cet axe de recherche est un axe « pilier du laboratoire » «et fédérateur » qui a fait « sa réputation en lui apportant une bonne lisibilité à l'international » (cf HCERES). L'étude de dispositifs post lithium ion sera poursuivie en lien avec le développement de milieux ioniques originaux. Enfin le travail de développement de l'axe des matériaux et polymères conjugués pour l'électronique moléculaire sera renforcé avec l'appui d'un professeur intégrant pleinement l'axe.

C2. L'unité associe l'ensemble de ses personnels à l'élaboration de sa politique de recherche et de valorisation et à l'organisation qu'elle implique.

L'unité décrit sa stratégie scientifique et son mode de validation. Elle analyse l'adéquation entre son organisation interne et la déclinaison opérationnelle de cette stratégie.

La politique scientifique est cadrée par les axes prioritaires du laboratoire définis de façon collégiale lors du projet de laboratoire et validé par l'HCERES. Les projets de recherche en cours et les réponses aux appels d'offre sont en lien avec ces thématiques. Le laboratoire soutient particulièrement les projets de thèse proposés par les jeunes chercheurs et les chercheurs ayant l'objectif de passer leur habilitation. Il a ainsi permis d'obtenir quatre thèses « institutionnelles » sur les cinq dernières années pour quatre enseignant-chercheurs en cours de validation de leur HDR (sur la thermodynamique des électrolytes, liquides ioniques pour batteries, électrolytes des batteries Na ion et matériaux conjugués pour supercondensateurs). Ces choix sont pris en conseil de laboratoire en associant l'ensemble des EC de l'équipe. Ce conseil se réunit en moyenne tous les six mois. Il permet en outre de classer les financements de thèse institutionnels (bourses établissement et région), de classer certains projets portés par le laboratoire (financement de matériels, projets régionaux dits d'initiative académique, demande de financement de chercheurs invités). La politique de mutualisation des moyens favorise la politique de développement à l'international qui n'est pas toujours complètement financée (thèse en co-tutelle).

Les **doctorants /post-doctorants** participent pleinement à la vie du PCM2E et à sa politique de publications des travaux de recherche (**59% de l'ensemble des publications de l'équipe**) et de valorisation de la propriété intellectuelle (**54% des Brevets**). L'unité veille également à la participation des jeunes chercheurs à la vie de l'unité à travers leur prise de responsabilité dans la gestion des appareillages, l'organisation des salles de laboratoires (synthèse, électrochimie, physico-chimie) et gestion des commandes communes (solvants, verrerie, fluides). Les doctorants/post-doctorants sont responsabilisés pour participer au suivi/maintenance des appareillages qu'ils utilisent (avec rédaction d'une notice de bonne utilisation).

C3. L'unité est en capacité d'analyser les impacts économiques et sociétaux de la politique qu'elle conduit.

Le PCM2E s'est positionné dans le domaine de l'Energie et des Matériaux, thématique porteuse et soutenue aussi bien au niveau de la Région Centre Val de Loire (DPS3) qu'au niveau national (thématique ANR : CES 5 : Energie durable, propre sûre et efficace) et européen (Eranet-Smart energy systems, H2020 secure clean and efficient energy, 2020 CEF Energy). Les thématiques du laboratoire sont fortement liées aux grands enjeux de société en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre via le développement des énergies renouvelables et leur stockage. L'étude sur la conversion d'énergies propres (cellules solaires) et récupération d'énergie (thermoélectricité) et leur stockage (batteries, supercondensateurs, pile à combustible) font partie des trois axes de recherche de l'unité. Le PCM2E s'attache à mener une recherche innovante (voir publications et brevets) en lien avec les industriels du domaine (startup, PME et grands groupes). Sa contribution au développement

des nouvelles générations de dispositifs contribue à son niveau au développement économique dans ces domaines en forte croissance.

L'unité évalue la contribution de sa politique de recherche à la résolution de défis sociétaux, le caractère innovant et l'impact économique potentiel des recherches qu'elle conduit.

La recherche du PCM2E a permis la création fin 2015 d'une startup (Ikamba Organics) qui continue à se développer à travers l'ouverture d'une branche Xlab qui propose la commercialisation de molécules organiques spécifiques. L'existence de cette entreprise permet de soutenir la thématique électronique organique en Région Centre val de Loire ; elle collabore avec les laboratoires (Gremam, Gremi, PCM2E- budget de 600 k€ pour 5 projets collaboratifs) travaillant dans le domaine.

Le laboratoire participe également au développement de deux autres jeunes entreprises (Nawatechnologies et Moduleus) dont le potentiel de croissance est important et qui s'est tourné vers le PCM2E pour sa capacité à proposer des solutions innovantes à ses problématiques technologiques (voir Tableau Excel onglet brevets et licences). Plus largement, les collaborations avec les industriels du secteur du stockage électrochimique génèrent de la connaissance scientifique et technique, apportent des réponses aux problématiques environnementales et énergies propres et contribuent au développement économique.

Référence 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.

C1. L'unité se conforme à des principes de gestion des ressources humaines respectueux de la parité et non discriminatoire en matière de formation, de mobilité interne et d'évolution des carrières de ses personnels.

Les membres du laboratoire (incluant un professeur émérite) respectent la parité absolue (9 femmes et 9 hommes). Le laboratoire est constitué d'un directeur et d'une directrice adjointe. Il n'existe aucune discrimination en termes de formation, mobilité ou évolution de carrière. En particulier, 4 hommes et 4 femmes ont été promus par avancement de grade durant la période 2016-2021 (1 PR Ex, 1 MCF Ex, **5 MCF promus HC et une technicienne titularisée** sur un poste permanent au département de chimie (et 20% au PCM2E). Les demandes de mobilité/échange de poste (pour rapprochement de conjoint) sont traitées avec bienveillance (voir Tableau Excel-onglet RH-personnel- échange de poste avec U. Créteil/ICMPE).

C2. L'unité est attentive aux conditions de travail de ses personnels, à leur santé, à leur sécurité et à la prévention des risques psycho-sociaux.

En s'appuyant sur son règlement intérieur et le livret d'accueil des nouveaux arrivants, l'unité précise les mesures qu'elle a prises et les dispositifs de veille qu'elle a mis en place pour satisfaire à ces deux critères, et elle en évalue les possibles améliorations.

L'unité s'appuie sur la médecine du travail de l'université pour orienter les personnels du laboratoire en cas de problèmes psycho-sociaux. Pour les jeunes chercheurs, le laboratoire écoute puis oriente le doctorant si besoin vers la responsable administrative des écoles doctorales (en lien avec le directeur d'ED) qui reçoit les thésards en cas de difficultés personnelles/relationnelles. Par ailleurs, des Comités de Suivi Individuel (CSI) sont organisés tous les ans jusqu'à la soutenance pour échanger avec le doctorant sur le déroulement de la thèse et les difficultés éventuelles. L'unité de recherche peut également compter sur la vice-présidence en charge des conditions de travail, des relations humaines et sociales, du handicap et de la lutte contre les discriminations de l'université en cas de besoin. Le laboratoire est également attentif au droit à la déconnexion les soirs, jours fériés et périodes de vacances.

Un binôme constitué d'un EC / BIATSS (B. Montigny/E. Boissel) s'est investi pour le laboratoire en tant que correspondantes hygiène et sécurité de 2016 à 2021. Il assiste aux réunions organisées par la Conseillère de Prévention Risques Spécifiques du Pôle Prévention des Risques (PEPSS) de l'Université de Tours, met en place les consignes de sécurité (particulièrement sensible dans une unité

présentant des risques chimiques) et transmet les informations aux membres de l'unité. Il participe aux réunions du réseau des assistants de prévention. Il se charge de former les nouveaux arrivants aux règles de sécurité (information sur les risques chimiques et les bonnes pratiques de laboratoire). Cette réunion d'information/formation est obligatoire tout comme la signature du règlement intérieur (voir annexe 5) et sont préalables à toute manipulation dans les locaux du PCM2E. Il est responsable du suivi du registre de santé et sécurité au travail (recensement des accidents et incidents, envoi aux services "Hygiène et sécurité" et "médecine de prévention"). Il participe à la démarche d'évaluation des risques professionnels et met à jour annuellement un document unique d'évaluation des risques. Le personnel qui le souhaite est formé au risque incendie et à la manipulation d'extincteurs dans le cadre du service Hygiène et Sécurité de l'établissement. Cette formation devrait être généralisée à tous les membres de l'équipe dans les années à venir. Il peut également devenir sauveteur secouriste du travail (SST), comme le sont certains membres de l'équipe.

C3. L'unité applique toutes les dispositions nécessaires à la protection du patrimoine scientifique et des systèmes informatiques.

En s'appuyant sur son règlement intérieur et en se référant aux recommandations de ses tutelles, l'unité précise les procédures de prévention des risques qu'elle met en œuvre en matière d'intelligence économique.

En lien avec la politique de l'établissement, l'ensemble des membres de l'unité participe aux actions de sensibilisation de la protection des données informatiques (3 ateliers pour la sécurisation des données informatiques- programme « Secnum » en 2021 et 2022) ; L'unité fait partie des quatre laboratoires de l'université qui **doivent évoluer vers une ZRR d'ici 2023** (une personne vient d'être recrutée en mars 2022 par l'université pour mettre en place ces zones en relation avec la direction des laboratoires concernés). Elle possède actuellement une zone de chimie à accès par badge (stockage et chambre froide) et sécurisera trois de ses quatre laboratoires et la plupart des bureaux des EC de l'équipe dans une zone d'accès par badge. Dans le cadre de projets industriels (thèses Cifre), l'unité utilise des plateformes sécurisées pour l'échange de données de la recherche. La direction du PCM2E a suivi des réunions d'informations sur la prévention des risques en matière d'intelligence économique et fait actuellement partie du comité stratégique en sécurité du numérique de l'université de Tours (voir annexe 2.3)

C4. L'unité applique les recommandations relatives à la prévention des risques environnementaux et à la poursuite des objectifs de développement durable.

L'unité explicite son engagement dans la préservation de l'environnement, en particulier les actions menées et leur suivi, en matière d'achats publics, d'économie d'énergie et de ressources, de réduction de l'empreinte carbone, notamment dans la gestion des déplacements, de traitement des déchets et de préservation de la biodiversité.

Le PCM2E veille à la récupération et retraitement de ses déchets en lien avec les deux responsables déchets chimiques du bâtiment de chimie (E. Boissel, M. Moïnse). Les laboratoires de chimie du PCM2E possèdent des fûts de récupération des solvants organiques (dont ceux pour les solvants chlorés). Le PCM2E veille à distiller certains solvants (acétone, dichlorométhane) pour limiter sa consommation. L'unité est attentive à la limitation de la consommation d'eau dans le bâtiment. Les achats publics sont régis par des appels d'offre, marchés gérés par l'université de Tours (commission des marchés, pilotée par les VP moyens, VP valorisation, directeur/directeur adjoint des affaires juridiques et du patrimoine, directeur des services financiers) que le PCM2E applique strictement dans le cadre des projets CPER, plateforme Certem, ARD. L'unité, en lien avec l'école doctorale EMSTU et son collègue doctoral inter-établissements (avec U. Orléans et INSA CvL) mène une réflexion sur la gestion des déplacements des membres des jurys de thèse (pour les chercheurs étrangers en particulier).

C5. L'unité actualise régulièrement le plan de continuité d'activité (PCA) qui doit lui permettre de faire face à des situations d'urgence.

L'unité présente sa déclinaison opérationnelle du PCA prévu par ses tutelles. Elle peut se référer aux mesures prises pendant la crise du COVID-19, et les enseignements qu'elle en a tirés.

L'unité, à travers le travail de ses assistants de prévention, actualise, conformément à la réglementation, son plan de continuité d'activité.

Dans le cadre de la crise COVID, le laboratoire a mis en place durant la période 2020-2022 l'ensemble des règles de distanciation physique et d'hygiène fixées par l'université : marquage au sol, travail en demi-jauge durant les périodes de vagues épidémiques successives, distribution hebdomadaire de masques, gels hydroalcooliques, solutions antiseptiques, diffusion d'informations générales, soutien aux doctorants avec extension de financement de thèse en lien avec l'école doctorale et l'établissement).

Synthèse de l'autoévaluation

L'unité évalue ses forces et faiblesses au regard des références de ce domaine d'évaluation.

Le PCM2E, grâce à une activité de recherche importante et une politique de mutualisation des ressources financière (partielle) et moyens techniques (globaux) peut mener à bien ses objectifs scientifiques et assurer à l'ensemble des enseignants-chercheur les moyens de développer sa propre recherche. Le soutien des instances (UFR Sciences et Techniques et université) pour tenir compte de la croissance importante de l'équipe durant cette dernière décennie (réorganisation et extension des laboratoire/bureaux) a permis de gérer cette évolution dans les meilleures conditions. Le travail de l'équipe pour intégrer les plateformes locales (Certem, Cermel) et collaborer avec les grands acteurs régionaux et universités voisines (CEA-LR, STMicroelectronics, U. Orléans, INSA-CvL), renforce les ressources techniques de l'équipe et enrichit les projets scientifiques.

Les objectifs scientifiques de l'unité sont clairement définis et sont spécifiques au laboratoire malgré les domaines très compétitifs sur lesquels elle émerge (stockage électrochimique et conversion d'énergie) L'unité s'est dotée d'une organisation permettant de répondre au mieux aux différentes réglementations en termes de sécurité, d'environnement et de gestion des ressources humaines. Le laboratoire travaille sur la protection des données du numériques (participation aux formations de l'université) et va se doter d'une zone de recherche badgée en 2023 dans le cadre de l'évolution du laboratoire vers une ZRR.

La faiblesse principale de l'unité reste sa taille limitée au regard des projets sur lesquels elle est impliquée et l'absence de personnel BIATSS (technique) pour assurer le meilleur fonctionnement de ces appareillages. L'équipe doit continuer son travail d'organisation et de prévention des divers risques dont les risques psycho-sociaux.

Domaine d'évaluation 2 : Attractivité

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

C1. Les membres de l'unité sont invités à présenter leurs travaux dans des institutions académiques ou des congrès internationaux et européens. C2. L'unité organise des congrès internationaux et européens majeurs ou ses membres font partie des comités scientifiques de ces manifestations. C3. Les membres de l'unité exercent des responsabilités éditoriales dans des revues et des collections reconnues internationalement. C4. Les membres de l'unité participent à des instances de pilotage de la recherche ou d'expertise scientifique à l'échelle internationale, européenne et nationale. C5. L'unité compte en son sein des membres d'académies, d'institutions scientifiques et de sociétés savantes reconnues internationalement. C6. L'unité compte en son sein des lauréats de divers prix et distinctions scientifiques internationaux, européens et nationaux.

Les membres de l'unité ont eu l'opportunité de présenter leurs travaux en tant qu'invités dans plusieurs congrès internationaux traitant des liquides ioniques, dans des institutions académiques (U. Mohammedia, U. Beni-Mellal, U. Cadi Ayyad, U. Abdelmalek Essaadi), dans des congrès nationaux (Journées Electrochimie), dans des journées GDR (OERA) (Tableau Excel -onglet indice de

reconnaissance) ou lors de séminaires inter-laboratoires pour présenter leurs résultats sur les semi-conducteurs organiques ou les matériaux pour le stockage de l'énergie.

Le PCM2E a organisé quatre congrès internationaux durant la période 2016-2021 sur les dispositifs de stockage électrochimique ainsi que sur les liquides ioniques (voir Tableau de données-onglet 10). Il a également organisé une conférence nationale du Groupe Français d'Etude des Composés d'Insertion GFECI et régionale (journées jeunes Chercheurs CEA-LR/ Université de Tours). Ces membres font partie de comités scientifiques de congrès internationaux (Faraday Discussion) nationaux (SPIC), régionaux (GFP- SCF)

Les membres du PCM2E exercent des responsabilités éditoriales dans divers journaux tels que Thermo (Editeur en chef), The journal of chemical thermodynamics (Advisory board), ChemEngineering (Editeur et membre du comité éditorial), Helyion (Editeur et membre du comité éditorial). Ils participent également comme éditeurs invités à divers « special issues » (Metals, Journal of molecular liquids, Molecules, Journal of Pure and Applied Chemistry, Journal of Chemical Thermodynamics) (voir Tableau Excel-onglet 10)

Les membres de l'équipe participent à des instances de pilotage de la recherche en particulier dans des comités d'experts internationaux (ESF's College of Expert Reviewers-depuis 2020) (PRIMA-Quebec et CNRCT-Canada), des comités HCERES (laboratoire ICGM 2020), des comités d'experts de l'ANR 2018-2020 (CES 06), en tant qu'experts de projets internationaux (Era-Net, ERC-Advanced Grant-2021), en tant qu'experts de projets nationaux (ANR CES05, CES06, CES 08, CES42), en tant qu'expert à l'ANRT (thèses Cifre), en tant qu'experts de projets régionaux (Initiatives de Recherche Grenoble Alpes, AAP Haut de France /ANR), Chaire d'excellence Normandie, Région Normandie, AAP IDEX U. Grenoble Alpes, Institut Carnot Grand Est, Région Grand Est, Région Auvergne Rhône Alpes) Région Aquitaine (voir tableau Excel onglet « produit d'expertise scientifique »)

Certains membres du PCM2E font partie d'institutions scientifiques et sociétés savantes internationales (Chemical Engineers / Clean Energy Special Interest Group, Physical and Biophysical Chemistry IUPAC, GDR Energy storage Supergen) et nationales (Groupe Français des polymères, Société chimique de France) (voir Tableau Excel-onglet 10).

Plusieurs membres de l'unité ont effectué des séjours dans des laboratoires étrangers (voir Tableau Excel-onglet 10).

L'unité compte en son sein un lauréat du prix IUPAC Franzosini Award (J. Jacquemin)

Enfin l'unité a déposé plusieurs projets européens dans les programmes ITN (Heat2, Elytecapx) et FP7-Eranet (Magwat) durant la période 2016-2021 montrant son dynamisme et sa motivation pour contribuer au développement de l'espace européen de la recherche.

En s'appuyant sur des éléments factuels qui peuvent prendre la forme de listes fournies en annexe du DAE, l'unité analyse la façon dont elle satisfait aux six critères de la référence 1.

Le laboratoire a fortement accru son activité à l'international par rapport au contrat précédent à travers l'organisation de congrès, la participation à des institutions scientifiques et sociétés savantes, des séjours dans des laboratoires étrangers et à travers son investissement dans des comités d'expertise et des collaborations internationales.

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

C1. Au sein de l'unité, les chercheurs en début de carrière (doctorants, post-doctorants) bénéficient d'un environnement et d'un encadrement de qualité leur assurant des conditions de travail favorables.

Les doctorants et post-doctorants sont encadrés par un directeur de thèse ou responsable scientifique

de projet (et un ou plusieurs co-encadrants) qui dirige leur recherche et veille au bon déroulement de leur projet scientifique. En lien avec l'école doctorale EMSTU, des comités de suivi individuels (CSI) annuels sont organisés par l'ED ; les directeurs de thèse y sont amenés à donner leur avis sur l'avancée des travaux de thèse et échangent avec le CSI/directeur de l'ED en cas de difficultés. Les jeunes chercheurs possèdent un bureau individuel, un ordinateur et une connexion internet pour leur permettre une recherche bibliographique (Scifinder). Ils possèdent une carte professionnelle pour l'accès au bâtiment de chimie et la restauration collective. Chaque jeune chercheur possède un emplacement dans le laboratoire (paillasse + sorbonne si nécessaire) pour mener à bien son travail expérimental. Ils bénéficient de l'ensemble des équipements du laboratoire (qui sont communs) et sont formés (par les responsables des appareillages) aux techniques dont ils ont besoin durant leur thèse. Ils peuvent commander les produits chimiques et consommables nécessaires grâce aux contrats sur lesquels ils travaillent ou à travers le fonctionnement commun du laboratoire. Les besoins d'analyses sont assurés par les diverses plateformes locales (RMN, HRMS, microscopies, Certem, Cermel) ou extérieures (analyses élémentaires). Le travail expérimental est suivi régulièrement à travers des réunions scientifiques d'avancement. Des rapports d'avancement sont demandés aux étudiants (dans le cadre des livrables des projets ANR, régions ou industriels). L'école doctorale EMSTU exige la soumission d'au moins une publication avant la soutenance de thèse et la participation à un congrès international.

Vingt-cinq doctorants ont soutenu leur thèse depuis 2016 (et 18 actuellement inscrits en doctorat). Leur durée moyenne est de 44 mois (celle de l'école doctorale EMSTU/Tours est de 45 mois). Leur nombre de publications dans des journaux à comité de lecture d'impact factor >2 (+ brevets) est de 79 publications, soit en moyenne près **de 3.1 publications issues de leur doctorat** (identique à celle du contrat antérieur). L'environnement permet donc de réaliser une recherche productive. 60% des docteurs issus du PCM2E a trouvé un emploi dès la fin de leur thèse (voir Tableau Excel-onglet RH-Doctorant).

Notons par ailleurs que **six des docteurs ont été co-dirigés avec un établissement étranger** à travers des conventions de co-tutelles de thèse (U. libanaise, U. Mohammedia, U. de Valle-Colombie,)

Dans le cadre de la labellisation européenne HRS4R de l'établissement (en cours), une attention particulière est portée sur les chercheurs postdoctorants qui bénéficient d'une aide du service des relations internationales lors de leur arrivée en France (aide pour les échanges administratifs, recherche de logements, cours de langue).

Notons par ailleurs un **investissement important de l'unité dans la formation par la recherche à travers la mention du master « science des matériaux »**, et la participation de la plupart des EC du PCM2E aux enseignements en M1 et M2 et à la responsabilité de la formation (voir annexe 2.2). Le laboratoire accueille un nombre important d'étudiants de Master 2 issus en particulier de la spécialité « Matériaux pour les Nouvelles Technologies pour l'Energie » de l'Université de Tours. **En moyenne plus de 10 étudiants du M2 matériaux/an** ont été financés pour des stages de recherche au PCM2E sur les six dernières années (voir tableau Excel/données RH).

C2/C3. L'unité attire régulièrement des chercheurs juniors et seniors qui candidatent à des postes de permanents et auxquels elle fournit un environnement propice au développement de leurs activités de recherche / L'unité est en capacité d'accueillir des chercheurs invités de renom.

Dans le cadre du Studium, le PCM2E a accueilli **quatre chercheurs invités** (R. Chandrasekaran, S. Phadke, A. Ghosh et G. Nikiforidis pour des périodes respectivement de 18, 40, 12 et 22 mois) d'expérience reconnue dans le domaine du stockage électrochimique et ayant permis de valoriser les travaux du laboratoire (voir Tableau Excel RH-personnels).

Il a également accueilli **5 professeurs** de renom dans le cadre d'un projet Studium (B. Marsan spécialiste des cellules solaires à colorant – DSSC- 06-2016, ou dans le cadre des projets bilatéraux

Hubert Curien (Pr. M. Akssira, Pr. M.Zazoui, Pr. M. Kobeissi, Pr. T. Hamieh). Notons également la visite de jeunes chercheurs J. Zhang (Quills University) et P. Nirmal (Institute of thermodynamics) pour des périodes plus limitées (1 et 2 mois) dans le cadre d'études thermodynamiques des liquides ioniques et sur les matériaux π -conjugués (Dr.H. Kamaliddine, Dr. A. Tomkeviciene, N. Ait LFakir, S. Hawila, A. Maatouk) dans le cadre de projets avec l'université Libanaise, l'université de Kaunas, l'université Mohammedia). Une étudiante en thèse a effectué un séjour d'un mois à SKKU (Corée)

En s'appuyant sur des éléments factuels qui peuvent prendre la forme de listes fournies en annexe du DAE, l'unité analyse la façon dont elle satisfait aux critères C1, C2 et C3 de la référence 2.

L'organisation du PCM2E permet d'assurer un environnement favorable pour le développement des travaux de recherche des jeunes chercheurs. L'attractivité du PCM2E a permis la venue de nombreux chercheurs invités durant une période conséquente et possédant une très bonne expérience de recherche et ayant permis de participer à la valorisation de nombreux travaux. Par ailleurs, de nombreux projets bilatéraux ont permis des échanges de jeunes chercheurs et de chercheurs invités de renom permettant de lier des collaborations scientifiques pérennes (Quills, Institute of thermodynamics, U. Libanaise, U. Kaunas, U. Mohammedia-Casablanca, U. Sfax, U. Tunis et plus récemment avec UM6P)

C4. L'unité déploie la stratégie opérationnelle de ses tutelles en matière d'intégrité scientifique et de science ouverte.

L'unité décrit la façon dont elle relate auprès de l'ensemble de ses membres les actions et ressources mises à disposition par ses tutelles, notamment en matière de sensibilisation et de formation, de dispositifs de prévention, détection et traitement d'éventuels manquements à l'intégrité scientifique. Elle décrit comment elle complète ces dispositifs et ressources par des actions spécifiques (animations spécifiques, programme d'accueil des nouveaux personnels, politique de mentorat, règlement intérieur ou tout autre document exposant les bonnes pratiques au sein de l'unité, etc.).

L'unité précise la manière dont elle décline la politique de ses tutelles en matière de science ouverte pour l'ensemble de ses activités.

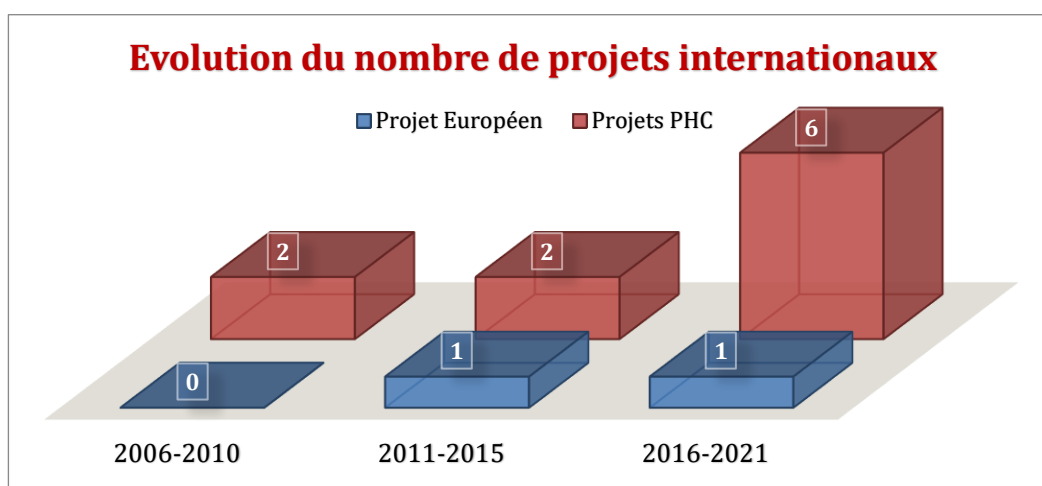
Le PCM2E, en lien avec ses tutelles et le collège de l'école doctorale, propose à l'ensemble des doctorants de l'équipe une formation à l'intégrité scientifique. Cette formation est obligatoire pour pouvoir soutenir sa thèse. Un cahier de laboratoire est fourni à chaque doctorant à son arrivée avec la signature du règlement intérieur du laboratoire et les droits et devoirs du doctorant. La charte des thèses a été modifiée récemment avec une mention spéciale sur le plagiat que chaque doctorant doit signer. Le collège doctoral demande également aux directeurs de thèse de veiller à informer le doctorant sur le plagiat et les risques encourus. Un logiciel d'analyse anti-plagiat (Compilato) est disponible sur l'ENT/Célène de chaque directeur de thèse/encadrant ; une formation à l'encadrement de thèse est proposée par le collège des Ecoles Doctorales à laquelle plusieurs EC de l'équipe ont participé.

Le PCM2E a un responsable « communication » pour actualiser le site du laboratoire et mettre en ligne les références des articles de l'équipe sur la plateforme HAL. Dans le cadre de sa politique Sciences ouvertes, un projet d'Appel à manifestation d'intérêt « Ateliers de la donnée » du ministère de la Recherche dans le cadre du dispositif Recherche Data Gouv (RDG) dont la Maison des Sciences de l'Homme (MSH-VdL) est porteuse pour l'ensemble de l'université de Tours est en cours de préparation avec la participation potentielle d'un représentant du PCM2E. Il s'agit de proposer des services d'accompagnement des chercheurs tout au long du cycle de vie des données afin de favoriser le dépôt des données de la Recherche dans les entrepôts appropriés. L'objectif est le développement de la Science Ouverte en ouvrant les données dans RDG à l'instar des publications dans HAL.

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

C1. L'unité répond avec succès à des appels à projets internationaux et européens. C2. L'unité est impliquée dans des structures et des projets financés par les programmes d'investissements d'avenir (PIA).

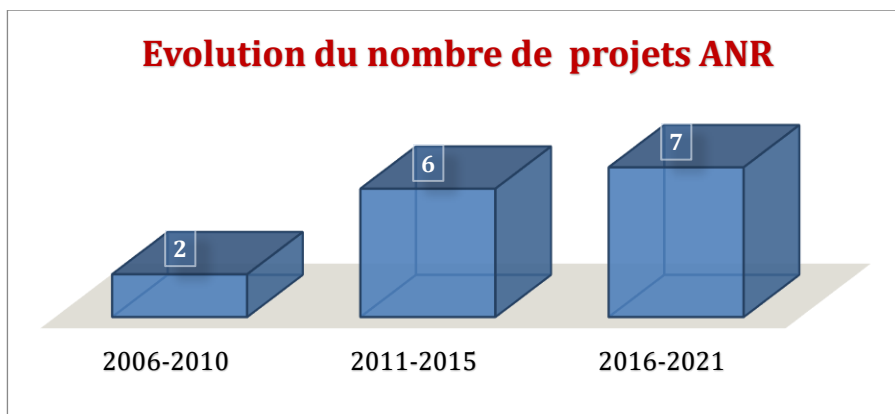
A la suite des recommandations de l'HCERES lors du contrat précédent, le PCM2E a répondu aux appels à projets européens (2 projets ITN et 1 Eranet) et participe actuellement à **six projets bilatéraux Hubert Curien** portant sur les trois axes phares du laboratoire à savoir les liquides ioniques, les matériaux pour le stockage électrochimique et les structures π conjuguées. Ces projets sont en lien avec la République Tchèque (Institute of Chemical Process Fundamentals), le Maroc (U. Abdelmalek Essaadi, et U. Mohammedia), la Lituanie (U. Kaunas), le Liban (Université Libanaise) (voir annexe 4). Il a finalisé **un projet européen** (HI-C 2014-2017) dont il était partenaire (Novel in situ and in operando techniques for characterization of interfaces in electrochemical storage systems) (Resp D. Lemordant) (489k€)



Par ailleurs, le laboratoire participe aux appels d'offre du CPER co-financés par le FEDER et est impliqué dans **deux projets associant les structures de valorisation** : SATT Grand Centre (projet DSSC) puis Cvalo (centre d'investissement public soutenu par le PIA3 et la région Centre Val de Loire) (sur l'impression jet d'encre de cellules DSSC). Il a également été laboratoire pilote pour l'université de Tours pour une expertise d'un cabinet d'expertise (Erdyn Consultant) sur la détection du potentiel d'innovation du laboratoire (Projet DET-2021).

Le PCM2E participe actuellement à quatre projets ANR pour lesquels il est partenaire : S3cap (2019-2022): Nanotubes de carbone alignés/électrolytes gel : vers des Supercondensateurs hautes performances légers, sécurisés et flexibles pour un fonctionnement nomade en environnements sévères (Resp: F. Ghamouss); Anisotherm 2017-2021 Matériaux polymères conjugués thermoélectriques anisotropes (Resp: B. Schmaltz); Citadel (2019-2022) CrIsTAux liquides ioniques pour des Electrolytes ajustables à façon (Resp: J. Jacquemin), MAGWAT (2021-2025) : Stockage de l'énergie innovante basé sur le magnésium et les électrolytes aqueux (Resp: B. Montigny)

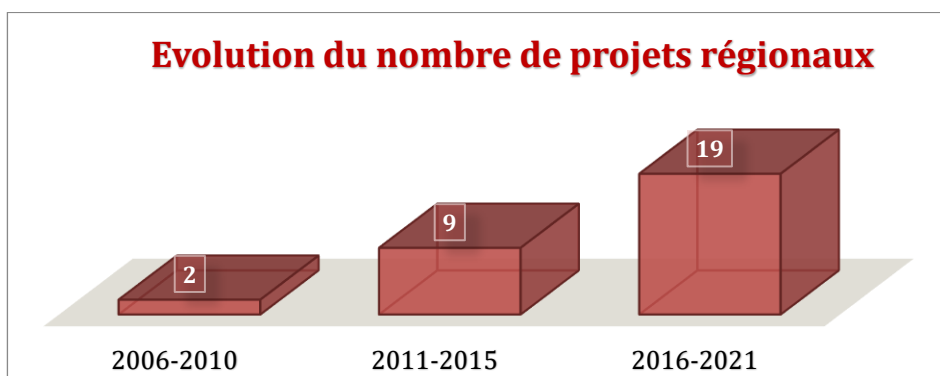
Il a également finalisé durant la période 2016-2021 trois autres projets ANR toujours en tant que partenaire : Newmaste 2014-2017 électrolytes pour batteries silicium (Resp D. Lemordant) ; H2Ecap 2014-2017 VACNT pour supercondensateurs (Resp F. Ghamouss) et Alisé 2013-2016 (M. Anouti) sur les électrolytes de batteries Li-ion. Le nombre de projets ANR se stabilise par rapport au contrat précédent.



Ce nombre de projets ANR reste constant et a donc été stabilisé par rapport au contrat quinquennal précédent.

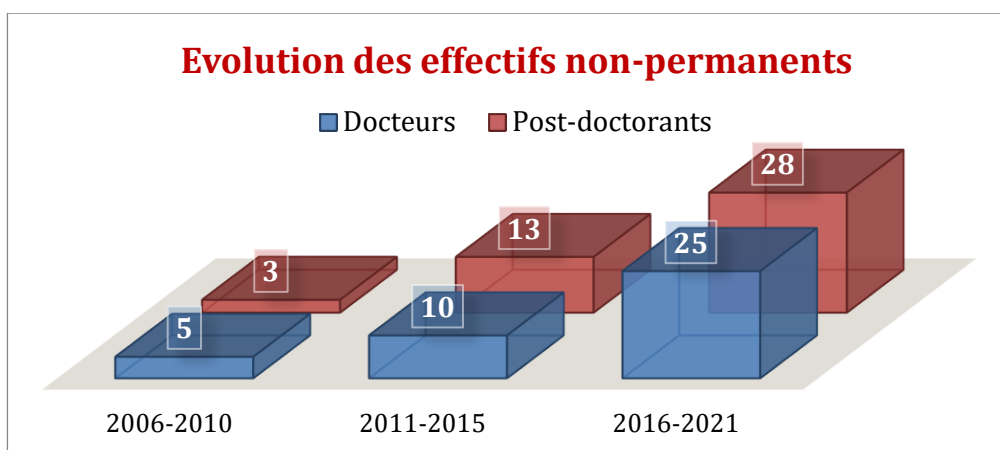
C4. L'unité répond avec succès à d'autres appels à projets lancés par ses tutelles, les collectivités territoriales, des associations caritatives, etc.

Durant la période du contrat, le laboratoire a finalisé **dix projets de recherche régionaux** (APR-IR-ARD). Par ailleurs, **neuf projets financés par la région sont actuellement en cours d'étude** (voir liste en annexe 11). Ce nombre global a doublé par rapport au contrat précédent et montre la capacité de l'équipe à poursuivre sur une dynamique de recherche positive en lien avec les collectivités territoriales et les acteurs industriels régionaux.



C5. L'unité est en capacité, sur ses ressources propres, de financer des contrats doctoraux et postdoctoraux, des contrats d'ingénieurs et de techniciens, des chaires, des équipements lourds.

Grâce à ses nombreux projets de recherche, le PCM2E a recruté **28 post-doctorants et 13 ingénieurs de recherche pendant la période 2016-2021**. Sur les 25 docteurs ayant soutenu durant cette même période, 18 ont réalisé leurs travaux sur financements propres au laboratoire (et 7 sur des financements institutionnels). Par comparaison, le nombre de post-doctorants était de 13 durant les cinq années du contrat précédent avec 10 thèses soutenues. Le PCM2E a donc très sensiblement augmenté ses capacités à financer sa recherche (sur ressource propre) et à former des chercheurs par rapport au contrat précédent (qui avait déjà fortement augmenté).



En s'appuyant sur des éléments consignés dans le fichier Excel « Données de production et d'activités », l'unité analyse la façon dont elle satisfait aux cinq critères de la référence 3.

Le PCM2E est attractif et performant sur les appels nationaux (7 ANR dont 4 en cours) et internationaux bilatéraux (6 PHC). Il n'a pas obtenu, durant cette période, de succès aux appels à projets européens malgré les tentatives effectuées.

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

C1. L'unité utilise des plateformes, des équipements lourds, des démonstrateurs de pointe bénéficiant d'un label ou d'une certification.

Comme indiqué précédemment, le PCM2E fait partie des laboratoires partenaires de la plateforme CERTeM (<http://certem.univ-tours.fr/>). C'est une salle blanche de 400 m² (ISO5) composée d'appareillages de dépôt, de photolithographie, de gravure, de soudure, et d'appareillage de caractérisation (ellipsomètre, profilomètre, spectromètre de masse, microscopes). En lien avec la startup Moduleus, le PCM2E est chargé d'étendre une zone chimie pour de la synthèse (sorbonnes, rampes sous vide, évaporateurs, fours) et caractérisations chimiques (RMN de paillasse) et mécaniques (DMA). Le PCM2E bénéficie également de la présence d'un plateau technique mutualisé de l'université de Tours : *i.e.* une plateforme de microscopies (MEB/TEM) et une plateforme de RMN. Enfin, les collaborations avec le Laboratoire Gabriel Lamé (LaMé-EA7494) permettent au PCM2E de bénéficier de l'environnement de la plateforme CERMEL (<http://cermel.univ-tours.fr/>) sur des caractérisations mécaniques de pointe.

C2. L'unité a une stratégie de développement, de maintenance et de jouvence ainsi que d'ouverture à des tiers industriels de ses plateformes, de ses équipements lourds, de ses démonstrateurs.

Dans le cadre de sa stratégie d'acquisition de techniques de caractérisation spécifiques, le PCM2E bénéficie des investissements du Certem et du CPER. Il a ainsi pu développer (doubler par rapport au contrat précédent) ses capacités de caractérisations électrochimiques (178 voies de cyclages, 15 voies d'impédance et 4 voies booster 4A), s'est doté d'appareillages de mesures *in situ* et *in operando* (microcalorimétrie, dilatométrie) et pour des appareillages pour des mesures couplées spécifiques (TGA/FTIR et DSC/Microscopies/photoirradiation)

C3. L'unité dispose de personnels techniques qualifiés dans la gestion de ses plateformes, de ses équipements lourds, de ses démonstrateurs.

L'unité ne possède pas de personnel BIATSS pour assurer le fonctionnement et la maintenance de ses appareillages. Ces derniers sont gérés par les EC et les non permanents qui sont chargés de leur entretien/bonne utilisation et de la formation auprès des nouveaux entrants.

En s'appuyant sur des éléments factuels qui peuvent prendre la forme de listes fournies en annexe du DAE, l'unité précise sa stratégie de gestion de ses équipements et de ses personnels techniques.

Le PCM2E possède un nombre important d'appareillages de caractérisations physico-chimiques et électrochimiques (voir annexe 1) obtenu grâce aux divers contrats et projets de recherche. Les doctorants/post-doctorants sont responsabilisés pour participer au suivi/maintenance des appareillages qu'ils utilisent (avec rédaction d'une notice de bonne pratique) en lien avec un EC responsable de l'appareillage.

Synthèse de l'autoévaluation

L'unité évalue ses forces et faiblesses au regard des références de ce domaine d'évaluation.

Le laboratoire continue à renforcer son attractivité à travers une recherche académique spécifique ciblée sur des domaines d'application en lien avec les enjeux environnementaux actuels. L'appui du Studium permet d'accueillir des chercheurs expérimentés de haut niveau scientifique qui s'ajoutent à de nombreux projets bilatéraux permettant d'assurer des collaborations internationales pérennes et d'en développer de nouvelles. Les appels à projets plus compétitifs de type ITN et Eranet restent encore difficiles d'accès malgré des soumissions régulières.

Domaine d'évaluation 3 : Production scientifique

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

C1. La production scientifique de l'unité repose sur des fondements théoriques et méthodologiques solides. C2. La production scientifique de l'unité est originale.

En référence au portfolio et/ou au fichier Excel « Données de production et d'activités », l'unité énonce les principes et le niveau d'exigence qu'elle s'assigne pour s'assurer collectivement du caractère irrécusable de ses résultats.

En référence au portfolio et/ou au fichier Excel « Données de production et d'activités », l'unité souligne les positionnements tant théoriques que méthodologiques qui singularisent sa production scientifique. Elle décrit notamment les actions entreprises pour soutenir l'émergence de thématiques novatrices, les sujets de recherche à risque et les disciplines rares.

Le laboratoire est spécialisé dans le domaine des matériaux pour l'énergie. Sur la thématique du stockage électrochimique, l'unité s'est orientée vers les électrolytes et milieux ioniques (Axe 3) ainsi que sur les matériaux nanostructurés innovants (pour batteries et supercondensateurs) (Axe1). Sur la conversion/récupération d'énergie, elle a développé des travaux spécifiques sur les cellules solaires hybrides (DSSC et perovskites) et sur les matériaux π -conjugués pour applications thermoélectriques (Axe2). Les fondements théoriques et la méthodologie reposent sur une bibliographie approfondie et exhaustive et un travail en collaboration avec d'autres équipes spécialistes qui viennent compléter les compétences du PCM2E dans le domaine de la thermodynamique, électrochimie, conception et synthèse de (nano)matériaux et polymères et optimisation de dispositifs. L'une des singularités du laboratoire concerne les études sur les milieux ioniques et leurs études physico-chimiques et électrochimiques qui se sont focalisées plus particulièrement depuis plus de dix ans sur les dispositifs de stockage de l'énergie. L'association des études thermodynamiques et électrochimiques auxquelles s'ajoutent des études de modélisation moléculaire permet de proposer des travaux originaux et reconnus dans le domaine. Ceux-ci sont complétés par des études sur les matériaux et l'effet de leur nanostructuration sur les performances. En ce qui concerne les matériaux π -conjugués, l'association de compétences en synthèse organique et caractérisation optoélectroniques appliquées à des problématiques très pointues d'électronique moléculaire (par exemple couches de transport et d'interfaces de cellules perovskite ou élaboration de polymères conjugués organisés à dopage n stable pour de la conversion thermoélectrique) permet également de se distinguer sur des sujets particulièrement compétitifs.

C3. La production scientifique de l'unité constitue un apport significatif à la connaissance.

En référence au portfolio et/ou au fichier Excel « Données de production et d'activités », l'unité précise les éléments qui, considérés dans leur diversité, caractérisent la teneur de ses contributions scientifiques. Elle identifie notamment les faits scientifiques marquants et leur diffusion dans sa communauté (taux de citations des publications, nombre de téléchargements d'une base de données ou d'un logiciel...).

Pour l'axe 1

Sur le stockage électrochimique, le laboratoire s'est focalisé sur les supercondensateurs ainsi que sur les batteries lithium ion et post-lithium ion (Na-ion, Li-soufre et organiques).

Dans le domaine des supercondensateurs, nous avons choisi de nous positionner sur des dispositifs spécifiques et à haute valeur ajoutée à base de NTC alignés, graphène, oxyde de manganèse, polymères conjugués et autres matériaux nano-structurés qui nous permettent de développer une recherche originale et en lien des institutions académiques nationales (CEA Saclay, Université de Cergy pontoise, CNRS-Thiais-ICMPE), internationales (UM6P, U. Caddi Ayaad, U. Abdelmalek Essaadi) et industrielles (Nawatechnologies). Sur les oxydes de manganèse et composites à base de graphène, **5 articles** ont été publiés. Concernant les carbones nanostructurés, nous avons pu montrer la possibilité de déposer des polymères conjugués ou des oxydes de manganèse dans la profondeur de tapis de NTC en utilisant comme support des collecteurs d'aluminium ou des fibres de carbone. Ce travail a fait l'objet de **4 brevets**.

Des oxydes de manganèse ont été étudiés en utilisant dans certains cas des agents structurants souples (comme les tensioactifs) ou durs (comme les matrices d'oxyde d'aluminium anodique AAO). L'impact des solutions colloïdales qui ont été obtenues préalablement à la formation de l'oxyde de manganèse sur la texture et la microstructure de MnO_2 a été examiné : un modèle qui s'appuie sur les résultats viscosimétriques de systèmes de structure équivalente (tels que les polyélectrolytes en milieu non aqueux) comparativement à ceux des systèmes examinés dans ces travaux a été établi et a permis de corrélérer la dimension des agrégats (des solutions colloïdales) avec le diamètre des pores de MnO_2 . Ce travail a fait l'objet de **3 articles**.

Dans le domaine des batteries post Li-ion, de nouveaux électrolytes et matériaux d'électrode de batteries et supercondensateurs à ion alcalin ou alcalino-terreux paraissent être des dispositifs d'avenir pour peu qu'ils soient peu coûteux et respectueux de l'environnement. Ainsi des recherches ont été menées selon 3 axes : les matériaux d'électrode à ions sodium, des séparateurs valorisant des membranes poreuses fabriqués par auto-assemblage de matériaux poreux, des électrolytes adaptés aux batteries à ion sodium. Concernant les matériaux d'électrode batteries à ions sodium les 3 axes ont été développés pour conduire à (i) des matériaux d'anodes originaux : carbones durs et leurs dérivés nano-composites à base de métaux de transition offrant des capacités de décharges atteignant 350 mAh/g et stables sur au moins 1000 cycles à un régime de cyclage de 40mAh/g ; (ii) des matériaux de cathodes élaborés à partir d'un dopage respectueux de l'environnement d'un matériau alcalin-riche de type P2 qui a conduit à une remarquable stabilité de la capacité de décharge même à forts régimes (140 mAh/g en général avec un électrolyte adapté au matériau élaboré) et conception d'électrodes auto-supportées afin d'augmenter la masse de matériau déposé pour faire plus aisément la balance des capacités entre anode et cathode ; (iii) des séparateurs originaux à base d'auto-assemblage de matériaux à porosité contrôlée également valorisables pour les supercondensateurs en milieux aqueux. Pour les dispositifs aqueux des études ont conduit à explorer différentes voies d'élaboration d'électrolytes respectueux de l'environnement et offrant une fenêtre de potentiel permettant de valoriser les matériaux d'électrodes tant en densité d'énergie qu'en densité de puissance. Enfin concernant la valorisation de membranes poreuses, un traitement plasma froid avec une solution aqueuse d'ammoniac a permis d'atteindre une capacité de décharge en puissance 3 fois plus élevée avec le séparateur traité selon la procédure élaborée ; cela représente 65% de la capacité nominale du

matériau d'électrode à un régime en 2C, de l'ordre de grandeur de celle atteinte avec un séparateur plus coûteux en présence du même électrolyte.

Pour les matériaux d'anode, une approche originale a été d'étudier des matériaux carbonés naturels issus de mines marocaines pour en valoriser les ressources propres. Les travaux prospectifs comprennent le couplage de ces anodes et cathodes naturelles dans des systèmes complets afin de vérifier leur potentiel d'industrialisation imminente. **(4 articles dont un dans Energy storage materials)**.

Sur les électrolytes à ions sodium, l'objectif a été, en particulier, de comprendre les effets de divers additifs sur les propriétés physico-chimiques de solutions électrolytiques à base de EC/PC et en présence de NaFSI à 1M, utilisées dans ce type de batteries. L'étude s'est portée uniquement sur des additifs de type éther tels que le DME et le triglyme (éthers linéaires) et notamment sur des éthers cycliques et leurs dérivés. Ce travail fait l'objet d'**un article**.

Sur des micro-batteries Li métal, nous avons élaboré un nouvel électrolyte, un gel de conductivité ionique élevé permettant une alternative aux électrolytes solides inorganiques de type LiPON ; **1 brevet et 4 articles** ont été publiés sur le sujet.

Pour l'axe 2 :

Concernant les matériaux conjugués, nous avons orienté nos travaux sur les cellules solaires hybrides (dont les pérovskites) et sur les polymères thermoélectriques. Compte tenu de la compétitivité des projets traitant des cellules solaires pérovskites, nous avons fait le choix de nous focaliser vers les couches transporteuses de trous, domaine moins développé dans la littérature et sur lesquelles notre expérience issue des travaux sur les dispositifs DSSC doit nous permettre de rester compétitif et plus visible. Après avoir développé une structure chimique type à base de carbazole pouvant être utilisée comme matériau transporteur de trous (HTM) pour des cellules solaires à colorants tout solide, nous avons étudié l'impact des groupements additionnels, de la géométrie de la molécule ou de la complexité de cette dernière sur les propriétés thermiques, énergétiques ou de remplissage de la couche TiO₂/Colorant (**6 articles**). Depuis une dizaine d'année il a été montré que les cellules solaires pérovskite permettent de concurrencer directement leur homologue inorganique au silicium avec des rendements certifiés au-delà des 25%. C'est donc vers ce créneau thématique que la recherche du laboratoire s'est orientée depuis 2016. Nous avons synthétisé des molécules tridimensionnelles à base de triphénylamine ou étudié l'influence de l'introduction d'atome de fluor dans la structure du matériau actif. Dans ces travaux, nous avons pu mettre en évidence l'importance de l'introduction d'atome de fluor sur les propriétés électroniques du verre moléculaire ou de la création d'une couche d'interface fluorée entre le HTM et la pérovskite. Il a aussi été montré la capacité de nos molécules à protéger la couche pérovskite et donc à améliorer la stabilité des dispositifs complets (**9 articles**).

Dans le domaine des dispositifs thermoélectriques, nous allions nos compétences en synthèse à celles de physiciens (comme suggéré lors de l'expertise HCERES précédente) du laboratoire Greman (UMR7347) de l'université de Tours, de l'université d'Orléans (Gremi-UMR7344) et physico-chimiste de l'Université de Strasbourg (ICPEES-UMR7515 et ICS-UPR22) avec qui le PCM2E collabore étroitement depuis de nombreuses années. Après avoir développé des polymères modèles comme la polyaniline ou le polyéthylène dioxythiophène synthétisés à différentes températures extrêmes et dopés avec différents dopants, nous avons pu mettre en évidence (en collaboration avec Dr. P. Limelette (Greman), le caractère métallique de ces polymères. Ensuite il a été mis en évidence un optimum de dopage au-delà duquel une perte de la cristallinité était à l'origine de la perte du caractère métallique du polymère. Actuellement, nous travaillons sur des polymères « low band-gap » et la possibilité de les orienter par brossage en collaboration avec l'université de Strasbourg (ICPEES et ICS). Nous avons pu mettre en évidence, en étudiant les mécanismes de transport, une loi reliant la conductivité électrique au coefficient Seebeck ($\alpha \propto \sigma^{-1/4}$). Cette relation est vraie pour

des polymères comme le PEDOT-Tos mais aussi pour des polymères low band-gap. Plus récemment, le même consortium a mis en évidence la possibilité de changer la polarité des polymères Donneur-Accepteur p→n en fonction du taux de dopage. Cette découverte innovante permet d'améliorer la stabilité du polymère n et d'entrevoir la possibilité d'utiliser le même matériau dans les dispositifs complets avec deux jambes n et p (**3 articles**)

L'arrivée du Professeur M. Abarbri (depuis 2018) permet de renforcer cette activité sur les matériaux π -conjugués en alliant son expertise sur la chimie des hétérocycles (électroattracteurs de type imidazo ou pyrazolopyrimidine par exemple) (**11 articles**) avec l'expérience antérieure de l'équipe sur leurs applications destinées à l'électronique organique. Le laboratoire appartient au GDR «Organic Electronics for the new eRA» (OERA).

Pour l'axe 3

Les travaux de cet axe sont consacrés à la formulation et l'optimisation d'électrolytes pour des applications supercondensateurs, batteries et systèmes hybrides. Les électrolytes formulés sont généralement constitués de mélanges binaires, ternaires voire quaternaires de solvants organiques tels que les alkyl carbonates, esters, nitriles, lactones etc., contenant un sel de lithium, sodium et potassium. Une grande partie de l'originalité de cet axe au laboratoire est liée à la formulation de liquides ioniques protiques et aprotiques et à des mélanges eutectiques profonds dont les propriétés se sont révélées très intéressantes pour des applications au stockage de l'énergie (batteries, supercondensateurs, et piles à combustibles). Les propriétés physicochimiques, thermiques et électrochimiques de ces électrolytes sont évaluées puis optimisées, puis les électrolytes sont testés dans des dispositifs en demi-cellule ou cellule complète, symétrique ou hybrides dans le but de déterminer leurs performances électrochimiques. L'objectif étant de satisfaire à la fois les exigences en termes de vieillissement des dispositifs et de sécurité des éléments. Plus récemment, nous avons développé des catholytes originaux à base de polysulfures pour des applications en batteries Li-S, ainsi que des mélanges liquides ioniques adaptés à des batteries redox à flux (RFB), en collaboration avec Arkema (France) et Oxis (Oxford, UK) pour Li-S et Kemiwatt pour les RFB. Mais l'aspect phare des travaux de cet axe est l'évaluation de l'aspect sécurité des électrolytes avec la formulation de mélanges eutectiques profonds non inflammables avec la mise au point de dispositif permettant d'évaluer et de réduire les dégagement gaz lors du fonctionnement de batteries Li-ion dans des cellules poches. Les travaux dans cet axe sont à l'origine de plusieurs projets de collaboration académiques (Université d'Orléans, Université de Rennes1, Northwestern University, USA, Université collège London, UK.). Les travaux relatifs à cet axe ont donné lieu à près d'une cinquantaine de publications et brevets dans des journaux de fort impact, fortement cités, L'ensemble de ces travaux de recherche a fait l'objet de 6 thèses sur la période de référence dans le cadre de plusieurs contrats avec le CNES, le CEA et la SAFT, ARKEMA, HUTCHINSON ainsi que plusieurs projets régionaux et nationaux (ANR).

C4. La production scientifique de l'unité paraît dans des supports de qualité.

L'unité définit sa politique éditoriale et le niveau d'exigence qu'elle s'assigne pour s'assurer d'une reconnaissance optimale de ses résultats de recherche.

Comme nous l'a suggéré le dernier rapport HCERES, la diffusion scientifique dans des journaux et revues à haut facteur d'impact a été un de nos objectifs pour améliorer la lisibilité internationale de l'équipe. Nous avons ainsi pu publier plusieurs revues et articles dans **Chemical Review, Advanced Functional Materials, Energy Storage Materials** dont les IF sont supérieurs à 10.

Nous avons également poursuivi notre politique de diffusion des résultats dans des journaux en lien avec les trois axes de recherches phares du laboratoire.

Parmi les publications associées à l'axe 1, nous publions le plus souvent dans les journaux : Electrochimica Acta, Journal of Power Sources, Journal of Applied Electrochemistry, Journal of The Electrochemical Society, Journal of Alloys and Compounds, Journal of Electrochemical Science and Technology ,..

Pour les publications traitant des semi-conducteurs organiques : J. Mater. Chem. A, J. Mater. Chem. C, J. Phys. Chem. C, Dyes and Pigments, Organic Electronics, Journal of Applied Physics, European Journal of Organic Chemistry, Advanced Electronic Materials,...

Les travaux concernant l'axe 3 sont publiés en particulier dans : Physical Chemistry Chemical Physics , The Journal of Physical Chemistry Letters, ChemPhysChem, RSC Advances, The Journal of Chemical Thermodynamics , The Journal of Physical Chemistry C, Journal of Solution Chemistry, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, ...

C5. La production scientifique de l'unité prend la forme de co-publications avec des partenaires du meilleur niveau international.

En référence au fichier Excel « Données de production et d'activités », l'unité précise la teneur des collaborations scientifiques qui président à des co-publications internationales.

Sur l'ensemble des publications réalisées durant les six années de ce contrat, 56% de ces articles incluent une collaboration avec une équipe internationale (voir fichier Excel-onglet journaux-revues). Par rapport au contrat précédent, nous pouvons noter une augmentation de ces actions puisque 30% des articles étaient co-signés avec un co-auteur international durant la période 2011-2015. Cette évolution est en accord avec les recommandations de l'HCERES (qui proposait une ouverture des collaborations à l'international pour augmenter la lisibilité)

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

C1. La production scientifique est en adéquation avec le potentiel de recherche de l'unité. Elle ne sacrifie pas la qualité de la recherche à la quantité.

En regard de ses effectifs, l'unité analyse le volume de sa production et spécifie les règles partagées qui lui permettent de s'assurer de la prééminence de la qualité.

La production scientifique de l'unité est conséquente avec 182 publications (articles + brevets + chapitres d'ouvrages / proceedings) sur les six dernières années, soit **4,19 publications par an et par équivalent temps plein** (voir Tableau Excel onglet journaux-revues) (sachant que les publications du Pr. M.Abarbri n'ont été incluses qu'à partir de 2018, date de son arrivée dans l'équipe). Par comparaison, le nombre de publications/brevets pour la période de cinq ans du contrat précédent (2011-2015) était de 129 (et 4,0 publications par an et par équivalent temps plein) soit un taux de production scientifique stabilisé à un niveau conséquent (après avoir largement augmenté par rapport au contrat 2007-2010). Ce résultat indique donc que le dynamisme de l'équipe perdure avec une activité scientifique constante.

Le facteur d'impact (IF) moyen de l'ensemble des articles est de 4,96 en augmentation par rapport au contrat précédent (3,5).

La production est relativement bien répartie entre les axes (38%, 27% et 35% respectivement pour les axes 1,2 et 3) sachant que l'axe 3 est plus transversal et souvent en fort lien avec l'axe 1.

C3. Tous les chercheurs et enseignants-chercheurs permanents contribuent à la production scientifique de l'unité.

Lors de ce contrat (2016-2021) 13 des 14 EC de l'équipe ont contribué à la production scientifique de l'unité. Pour les EC dont la production est limitée, la participation et l'implication dans la formation et les tâches administratives est en revanche particulièrement importante. Notons la responsabilité du département « génie biologique » de l'IUT depuis 2016 (D. Violleau), la responsabilité du master MEEF (M. Caravanier) et de nombreuses tâches de diffusion de la culture scientifique (R. Naejus).

L'unité évalue l'engagement de chaque chercheur et enseignant-chercheur permanent dans l'activité de production scientifique. Elle précise, le cas échéant, la politique d'accompagnement mise en place pour combler le déficit de production.

C4. Tous les doctorants et les post-doctorants participent à la production scientifique de l'unité.

L'unité souligne la teneur et l'intensité de la production scientifique apportée par ces deux catégories de chercheurs.

Tous les doctorants et post-doctorants participent à la production scientifique de l'unité. Parmi les 182 publications/brevets de l'équipe réalisées durant la période du contrat, 87 d'entre elles ont été co-signées par un doctorant (**soit 3,4 publications par doctorant en moyenne**) et 30 avec un post-doctorant (1,1/postdoc). Le faible nombre de publications par post-doctorant s'explique par le fait qu'un nombre important d'entre eux ont été recrutés entre 2020 et 2021 avec des publications qui sont publiées en 2022. (non incluses dans le bilan)

Synthèse de l'autoévaluation

L'unité évalue ses forces et faiblesses au regard des références de ce domaine d'évaluation.

L'unité a stabilisé sa production scientifique importante (relativement au contrat antérieur) grâce à l'originalité de ses domaines d'expertise. Elle a travaillé la qualité des supports de publication en ciblant certains journaux à haut facteur d'impact.

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

C1. La production scientifique de l'unité résulte d'activités de recherche qui respectent l'ensemble des règles et valeurs garantissant leur caractère honnête et scientifiquement rigoureux.

L'unité décrit les moyens mis en œuvre pour obtenir des résultats irréprochables, pour garantir leur traçabilité et, le cas échéant, leur reproductibilité (carnets de laboratoires, logiciels anti-plagiat, procédures de peer-reviewing internes, procédures d'archivages des données et des codes sources, etc.). Elle décrit les moyens par lesquels elle accompagne ses personnels dans le choix de supports appropriés de diffusion (pour éviter par exemple les conférences et revues dites « prédatrices ») et pour une juste prise en compte des contributions (en particulier dans les co-signatures).

En lien avec l'université de Tours qui a mis en place un responsable « intégrité scientifique » et les écoles doctorales/collège doctoral qui proposent des formations/MOOC à l'intégrité scientifique (dont une est obligatoire pour soutenir son doctorat), le laboratoire est attentif à la qualité et la rigueur du travail scientifique réalisé et publié. Le laboratoire fonctionne avec des cahiers de laboratoire et l'utilisation d'un logiciel anti-plagiat (Compilato) mis à disposition par l'université. (voir paragraphe D2-Ref2-C4). L'utilisation et l'archivage des cahiers de laboratoires est systématique. Une réflexion/projet, en lien avec l'université, est leur dématérialisation pour améliorer leur traçabilité/accessibilité.

C3. La production scientifique de l'unité respecte les principes de la science ouverte en partageant le plus largement et le plus rapidement possible les publications, méthodes, données, codes et autres éléments constitutifs de la démarche scientifique.

L'unité décrit l'intégration des principes définis par le Plan national pour la science ouverte dans l'élaboration de sa production scientifique. Elle explicite notamment sa politique en matière de traçabilité, de conservation et d'accessibilité des données de recherche.

La politique du laboratoire suit celle de l'université avec la participation de l'équipe à la plateforme HAL pour la mise à disposition des références d'articles avec certains en open access. (voir paragraphe D2-Ref2-C4) En relation avec le service de documentation de l'université, les thèses sont diffusées sur le site thèse.fr (sauf confidentialité)

Synthèse de l'autoévaluation

L'unité évalue ses forces et faiblesses au regard des références de ce domaine d'évaluation.

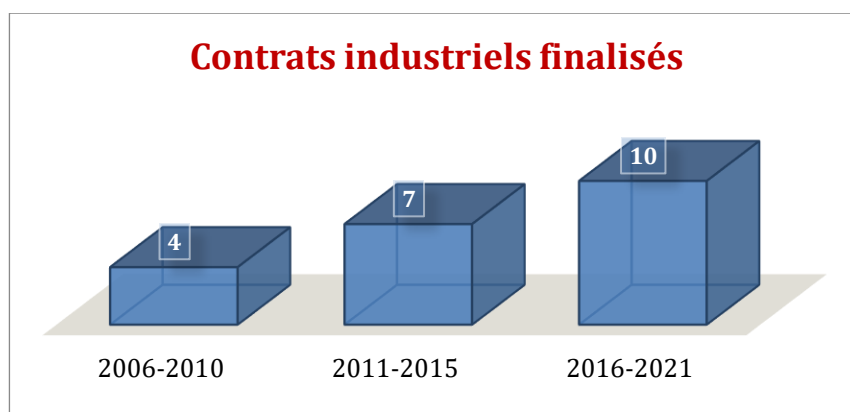
En accord avec l'école doctorale Energie-Matériaux Science de la Terre et de l'Univers (EMSTU) et les instances de l'université, le laboratoire PCM2E veille à produire une science respectant les principes de l'intégrité et de l'éthique scientifique. Elle participe à la politique de la science ouverte à travers la plateforme HAL et en lien avec le service de documentation (pour les thèses en ligne). Des améliorations doivent être apportées sur le nombre de publications en « open access » de l'unité qui reste très limitée (sachant que leur paiement est un frein pour les équipes de taille et de budget modestes).

Domaine d'évaluation 4 : Inscription des activités de recherche dans la société

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

C1. L'unité établit des partenariats conventionnés avec des acteurs du monde non-académique et développe des projets collaboratifs de recherche avec les industriels. C2. Dans ses réponses aux demandes des acteurs du monde non-académique, l'unité se saisit de sujets à haute valeur scientifique et technologique, en cohérence avec sa politique de recherche. C3. Les partenariats non-académiques à l'initiative desquels se trouve l'unité permettent de relever des défis technologiques, environnementaux ou sociétaux.

Le PCM2E a comme particularité une forte interaction avec les acteurs du monde non académique du fait de ses thématiques de recherche tournées vers les matériaux pour l'énergie et associées aux grands enjeux environnementaux et sociétaux. (Nombre de contrats finalisés stabilisés par rapport à l'évaluation HCERES précédente qui conseillait de « poursuivre ses collaborations fructueuses avec le tissu socio-économique régional et national ». Elles sont soutenues par les deux pôles de compétitivités S2E2 et Polymeris de la région Centre Val de Loire. Le PCM2E possède un partenariat privilégié avec le CEA Le Ripault à travers la création d'un Laboratoire de Recherche Correspondant (LRC) qui s'est étendu durant le dernier contrat entre 2016 et fin 2018. Cette collaboration en lien avec d'autres entreprises (SAFT, Arkema) a pour objectif de développer de nouveaux électrolytes/liquides ioniques de batteries ainsi que l'étude de l'interface électrode/électrolyte de ces systèmes de stockage d'énergie. Les travaux se sont portés sur l'optimisation de la conductivité ionique des électrolytes, de leur stabilité à haute tension et de l'amélioration de la qualité de la SEI/CEI aux électrodes. Ces travaux se sont déroulés dans le cadre de thèses financées par les industriels (Thèse sur projet Samia Amara- CEA-LR) (Thèse sur projet B. K. Xiong- SAFT) et Arkema (Thèse Cifre- C. Berhaut-Arkema).



Dans le domaine des supercondensateurs, le PCM2E a développé, en collaboration avec Axyntis et le CEA-LR, de nouveaux électrolytes sécuritaires (thèse de F. Ivol) à base de nitriles et dinitriles et/ou de liquides ioniques aprotiques en s'appuyant sur des modèles mathématiques et prédictifs pour aboutir à des formulations optimisées en termes de performance et d'inflammabilité.

L'ensemble de ces projets sur le développement d'électrolytes innovants est en accord avec les axes 1 et 3 du laboratoire et ont permis de déposer 5 brevets.

Par ailleurs, un laboratoire commun NAWALAB, constitué d'un consortium d'industriels et de laboratoires académiques Nawatechnologies/ CEA Saclay/U. Cergy Pontoise/ PCM2E s'est organisé autour de la valorisation et le développement industriel de NTC alignés (Projets Nawashell, Nawashell2, Nawagrip, Nawafils). Ces matériaux de haute valeur technologique ont été utilisés pour la réalisation de matériaux d'électrode de supercondensateurs innovants. Le travail s'est porté plus particulièrement sur l'incorporation de polymères conjugués, d'oxyde de manganèse ou de carbone désorganisé sur les parois des tapis de CNT pour exalter les propriétés (pseudo)capacitives des nanocomposites. Cette collaboration s'est effectuée en lien direct avec les axes prioritaires 1 et 2 de l'équipe. Le laboratoire a bénéficié de moyens humains et financiers conséquents (Bourses de thèses de Cédric Desgranges et B. Pibaleau, 1 postdoctorant B. Flamme, 2 IGR A. Bénie et H. Benhaddou). Cette collaboration a permis de faire émerger une activité scientifique à fort potentiel d'innovation sur les nanocomposites à base de nanotubes de carbone pour des applications de stockage d'énergie (Axes 1 et 2). (4 brevets dont deux étendus aux Etats Unis). Ces travaux communs (et plus largement le consortium et laboratoire commun) sont à l'origine de la création de la startup (<http://www.nawatechnologies.com/>) et l'orientation vers l'application supercondensateur des NTC verticalement alignés. L'entreprise créée en 2013, compte actuellement une soixantaine d'employés (dont certains sont issus de l'université de Tours) et continue le développement industriel d'électrodes de supercondensateurs. D'autres études portant sur les matériaux nanostructurés pour les batteries sodium-ion ont été réalisés avec la société VLAD dans le cadre d'un projet Région.

Dans le domaine de la conversion de l'énergie (Axe2), la structure Cvalo (anciennement SATT grand centre) a financé un projet de transfert de technologie avec la startup Ikamba Organics sur la valorisation de structures π -conjuguées pour l'impression jet d'encre de cellules solaires DSSC et Pérovskite. Cette startup (<https://ikambalab.com/>) est issue de la recherche effectuée au PCM2E sur le développement de verres moléculaires organiques pour la réalisation de cellules solaires de type DSSC. Son fondateur, M. Degbia est docteur de l'université de Tours et ancien doctorant du PCM2E. Les travaux de recherche se poursuivent et les innovations du PCM2E alimentent le catalogue « produits » de la société et soutiennent la startup (créée en 2015) à travers des collaborations et projets régionaux (voir Tableau Excel- onglet10) qui permettent le renforcement de la visibilité de l'entreprise au niveau régional et national.

Dans le domaine des polymères conjugués pour la conversion thermoélectrique, nous avons collaboré avec la société Rescoll dans le cadre d'une thèse cofinancée par l'entreprise et l'ADEME (Thèse D.

Brault) pour mener des recherches fondamentales sur les propriétés thermoélectriques de polymères conjugués modèles comme la polyaniline ou le polyéthylène dioxythiophène synthétisés à différentes températures et dopés avec différents dopants. Le caractère métallique de ces polymères a été mis en évidence ainsi qu'un optimum de dopage au-delà duquel une perte de la cristallinité entraîne une perte du caractère métallique du polymère.

Actuellement, en plus des deux startup mentionnées ci-dessus, le PCM2E initie une nouvelle collaboration avec la startup Moduleus qui développe des dispositifs échographiques, de bio-détection et de diagnostic (en collaboration avec l'entreprise Protavic). Le laboratoire développe des formulations de polymères pour de nouveaux dispositifs portatifs (Thèse Cifre C. Damiani-Moduleus) (1 Brevet déposé en 2021). Le laboratoire participe à la création d'une plateforme de chimie sur le site du CERTEM pour aider au développement industriel de Moduleus. Un partenariat bilatéral privilégié se constitue au profit de l'entreprise et du développement de formulation de polymères innovants de l'axe2 du laboratoire.

Enfin le laboratoire participe à des projets de recherche impliquant d'autres entreprises régionales (IDI composite et le CETIM, centre de ressource technologique) sur des formulations de composites à base de polymères et polymères conjugués pour des application au stockage de l'énergie (batteries et piles à combustible) et poursuit ses projets avec Nawatechnologies (thèse Cifre H. Benhaddou 2021).

L'inclusion des activités de recherche du PCM2E dans la société est forte et pertinente au regard de ses trois thématiques prioritaires et permettent des retombées importantes aussi bien pour les entreprises associées que pour le laboratoire (au niveau économique et scientifique).

C4. L'unité encourage l'accueil de professionnels et la mise à disposition de ses personnels au sein de structures non-académiques.

Dans le cadre de la mise en commun des appareillages Certem, le PCM2E a été amené à accueillir ponctuellement des ingénieurs de STMicroelectronics sur les appareillages de la plateforme localisée dans les locaux du PCM2E. Dans le cadre de l'ARD Matex, il pourra mettre à disposition des appareillages certifiés aux industriels impliqués dans le projet. (à travers son club des industriels)

C5. L'unité accueille des doctorants dont la recherche est financée en totalité ou en partie par des partenaires non-académiques.

Parmi les 25 docteurs diplômés sur la période 2016-2021, huit d'entre eux ont été financés par des partenaires industriels. (Nawatechnologies, Rescoll, CEA Le Ripault, Safran)

C6. L'unité bénéficie de conventions pour la formation continue des acteurs du monde non-académique.

Les membres de l'unité participent à la formation continue des acteurs du monde non-académique à travers la mention du master « chimie et science des matériaux » et sollicitent la participation ponctuelle de personnels du CEA-Le Ripault et STMicroelectronics à cette formation. L'unité participe par ailleurs à la plateforme Certem dont la convention permet l'accueil des industriels pour des formations. En particulier, nous avons eu l'occasion de former plusieurs techniciens /ingénieurs de ST-Microelectronics à l'utilisation de l'analyse thermogravimétrique.

En s'appuyant sur le fichier Excel « Données de production et d'activités », l'unité évalue sa stratégie de partenariat avec les acteurs du monde non-académique en précisant le cas échéant notamment le continuum scientifique et technologique entre les programmes de recherche de l'unité et les objectifs d'innovation des entreprises ou de la filière ciblée, le positionnement de l'unité sur les différentes étapes du processus d'innovation, l'adéquation des niveaux de maturation (TLR) atteints avec les attentes des entreprises et le processus de transfert technologique. Elle en explicite les déclinaisons opérationnelles suivant les critères C1 à C6 de la référence 1. Elle analyse le retour sur investissement et la création de ressources pour l'unité liées à ses activités de transfert.

C7. L'unité est engagée dans des activités de science participative.

Le PCM2E participe ponctuellement à des actions de science participative à travers des conférences grand public, débats et produits de médiation scientifique (voir Tableau Excel-onglet produit destiné grand public)

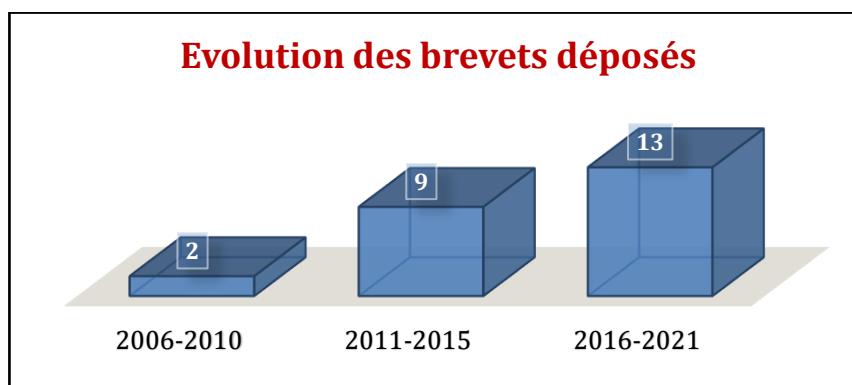
Référence 2 : L'unité développe des produits à destination du monde socio-économique.

C1. L'unité développe des ressources scientifiques et technologiques valorisées au plan économique. Elle mène une politique active de protection de la propriété intellectuelle, et notamment de demande de dépôts de brevets.

C2. L'unité est à l'origine de la création de start-up. Elle concourt, le cas échéant, à la création d'emplois et à l'amélioration de la compétitivité des entreprises.

En s'appuyant sur le fichier Excel « Données de production et d'activités », l'unité analyse la façon dont elle satisfait aux critères C1 et C2 de la référence 2. Elle explicite notamment sa contribution au développement de projets structurants dans la filière d'intervention, l'impact des travaux de l'unité sur la position économique, sociale ou culturelle des partenaires économiques, et la valorisation de ses actifs.

En lien avec la structure Cvalo et le service de partenariat/valorisation de l'université de Tours, le laboratoire mène une politique de protection de la propriété intellectuelle comme l'atteste le nombre de brevets déposés durant la période 2016-2021 (13 brevets). Comme indiqué précédemment, le PCM2E est à l'origine de la création de la startup Ikamba Organic et participe activement au développement de Nawatechnologies dont les travaux communs avec le CEA Saclay et le LPPI de Cergy pontoise ont initié et orienté le champ d'application de l'entreprise. Enfin, le PCM2E participe au développement de la partie chimie des travaux de recherche de la startup Moduleus et a pour objectif de continuer à être le partenaire académique privilégié de l'entreprise sur les aspects d'innovation dans la formulation de polymères. Elle a par ailleurs largement développé les actions de recherche du CEA-LR sur les liquides ioniques pour le stockage de l'énergie à travers sa participation à un laboratoire de recherche correspondant (LRC) (de 2010 à 2018)



Actuellement le PCM2E développe un prototype issu d'un brevet déposé en 2021 avec Moduleus pour de l'imagerie médicale et biométrique. Elle travaille également sur un dispositif de stockage tout solide en lien avec Nawatechnologies et a déposé une déclaration d'invention sur cette nouvelle architecture novatrice et son recyclage. Enfin, le PCM2E a déposé une déclaration d'invention sur de nouvelles structures organiques conjuguées qui pourraient intéresser l'entreprise Ikamba organics dans le domaine de l'affichage OLED.

C3. L'unité a une activité de diffusion de ses résultats auprès des acteurs du monde socio-économique. C4. L'unité contribue à la rédaction de normes, de procédures, de recommandations, de référentiels, reconnus par des instances compétentes (ISO, AFNOR, HAS, etc.). C5. L'unité, par ses expertises ou ses recommandations, documente des acteurs sociaux : instances internationales, personnalités politiques, administrations publiques, associations de consommateurs, associations de patients, etc.

En s'appuyant sur le fichier Excel « Données de production et d'activités », l'unité analyse la façon dont elle satisfait aux critères C3, C4 et C5 de la référence 2.

Pour les trois startup citées ci-dessus, l'objectif du PCM2E est de concourir à leur développement et compétitivité à travers l'innovation. Pour ce faire, le laboratoire diffuse des rapports techniques et procédures spécifiques et rédige régulièrement les évolutions des BKM (best known method).

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

C1. L'unité met ses compétences scientifiques au service de l'organisation de manifestations destinées au grand public (expositions, biennales, installations, concerts, spectacles, etc.). C2. Les membres de l'unité, en lien avec leurs compétences scientifiques, intègrent la médiation scientifique. Ils interviennent dans les médias, sur internet ou sur les réseaux sociaux dans le respect de l'intégrité scientifique et de la déontologie. C3. L'unité organise des actions de sensibilisation à destination des jeunes (élèves, collégiens, lycéens).

En s'appuyant sur des éléments factuels qui peuvent prendre la forme de listes fournies en annexe du DAE, l'unité explicite les orientations qu'elle privilégie pour le partage de ses connaissances avec le grand public et analyse comment elle satisfait aux critères C1, C2 et C3 de la référence 3.

Chaque année, le laboratoire participe à la fête de la science (Conférences, stands), salon du lycéen (présentation de formations, Conférence-M. Caravanier) et ouvre ses laboratoires au grand public lors des journées portes ouvertes pour y présenter ses activités de recherche. Des expériences ludiques d'initiation à la chimie sont organisées à cette occasion. Le PCM2E participe également à des actions de sensibilisation (TP) auprès des lycéens (Lycée Camille Claudel- M. Caravanier 2016-2020) avec visite de ses laboratoires lors de demi-journées découvertes. Des membres du laboratoire sont actifs dans la diffusion de la science auprès des enseignants du secondaire (maison des sciences) dans le cadre de l'université du temps libre et lors de demi-journées ITA (Ingénieurs Toi Aussi) en collaboration avec CEA du Ripault, Polytech Tours et Lycée Descartes (M. Caravanier). Des actions de sensibilisation au traitement des déchets et à l'économie circulaire sont également réalisées par certains membres de l'équipe (R. Naejus, D. Violleau). Dans le cadre de l'association, « Les petits débrouillards » le laboratoire est représenté pour sensibiliser les collégiens à la chimie et à ses métiers (R. Naejus). Des conférences sur les déchets d'activité ont été réalisées pour la CCI et auprès des élus (D. Violleau). La diffusion scientifique des activités du laboratoire auprès du grand public s'appuie également sur le Certem et sa chargée d'animation scientifique (Quê Lan TRAN NGOC). Enfin, les membres du laboratoire font connaître leurs activités de recherche à travers des sites internet à large diffusion (Linkedin, Google scholar, Researchgate,...). Certains d'entre eux participent à des tables rondes en lien avec leur domaine de recherche et leurs responsabilités collectives (voir Tableau Excel-Onglet15).

Synthèse de l'autoévaluation

L'unité évalue ses forces et faiblesses au regard des références de ce domaine d'évaluation.

Le PCM2E est un laboratoire dont les thématiques de recherche favorisent les interactions avec le milieu industriel. Le nombre de partenariats industriels est conséquent et regroupe les trois axes prioritaires du laboratoire. La valorisation de la propriété intellectuelle est importante et alimente l'innovation des entreprises qui collaborent avec l'équipe de recherche. Le laboratoire bénéficie des interactions avec les industriels en répondant très régulièrement aux appels d'offre régionaux et nationaux et à travers le financement de thèses Cifre. Ces collaborations industrielles permettent de palier les moyens récurrents limités et les difficultés d'obtenir des financements en réponse aux appels à projets internationaux très compétitifs. La science avec et pour la société pourrait sous doute être améliorée mais l'absence de personnels administratifs et techniques dédiés limite les moyens d'action dans ce domaine.

Annexe 1 : Équipements, plateformes

3.1-Liste des équipements du PCM2E

Appareillages d'électrochimie

Bancs de cyclage et tests pour accumulateurs : potentiostat/galvanostat (178 voies + 4 voies Booster 4A) **(66 voies à la fin du contrat précédent)**

Mesures d'impédances électrochimiques couplées (Biologic), analyseur de fréquences Solartron,

Mesures de conductivité ionique et électronique (mesures automatisées sur 18 cellules de -40 à 80°C)

Microbalance à quartz électrochimique

Dilatomètre électrochimique

Moyens techniques pour la synthèse et les caractérisations de molécules et polymères (évaporateurs rotatifs, chromatographie sur gel de silice, verreries pour synthèse (sous atmosphère contrôlée), rampes à vide, dessiccateurs buchis, cloche à vide, appareillage de sublimation...), micro-onde de synthèse, banc de broyeur planétaire, four 1000°C.

Appareillage pour caractérisation des batteries Li-ion et supercondensateurs

- 3 Boîtes à Gants avec capteurs oxygène et humidité, refroidisseur, presse pour pile bouton, ensachage pour pouch cells, cellules électrochimiques Swagelocks (2 et 3 électrodes), EL-Cell (3 électrodes), presse hydraulique

Techniques de caractérisation et de mise en forme

- Densimètre-viscosimètre, réfractomètre
- Karl-Fisher
- Spectrophotomètres : UV-Visible-PIR, FTIR/ATR, RAMAN
- Chromatographie d'exclusion stérique
- Mesures thermiques : DSC, ATG/couplé FTIR
- Mesures des angles de contact et de la tension superficielle
- Fluorescence des rayons X
- BET (acquisition fin 2016)
- Simulateur solaire
- Fluorescence résolue (acquisition fin 2016)
- Granulomètre laser
- Balance de précision (μg)
- Sonde ultrason
- Spin coating, hand coating, aérographe pneumatique, imprimante jet d'encre
- Electropray
- 2 Microcalorimètres dont un couplé à des mesures électrochimiques (acquisition 2020)
- DSC couplée microscopie et photoirradiation (acquisition 2022)
- Mesure de conductivité électrique (2 pointes) (acquisition 2020)
- Appareillage de mesure de tension de vapeur
- Chromatographie flash, centrifugeuse
- Appareillage de laminage d'électrodes

3.2-Liste des appareillages utilisés par le PCM2E sur les plateformes

Plateformes techniques, UFR

RMN multi-noyaux, GC-MS, HR-MS, MEB, TEM

Plateforme CERTeM (<http://certem.univ-tours.fr/>)

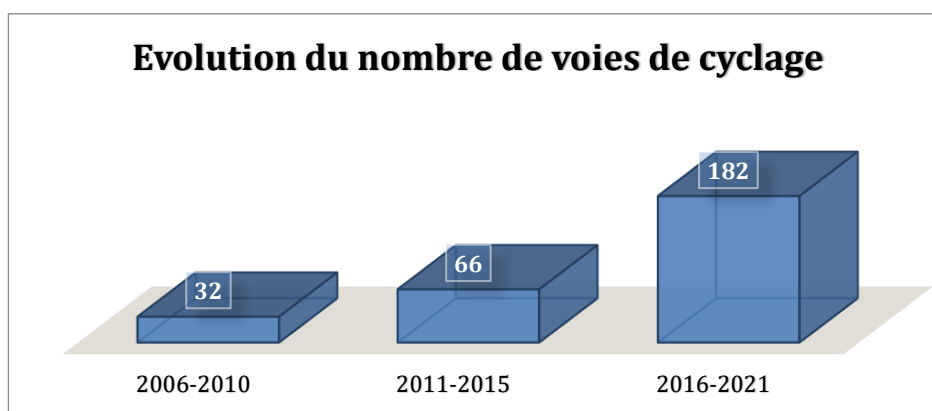
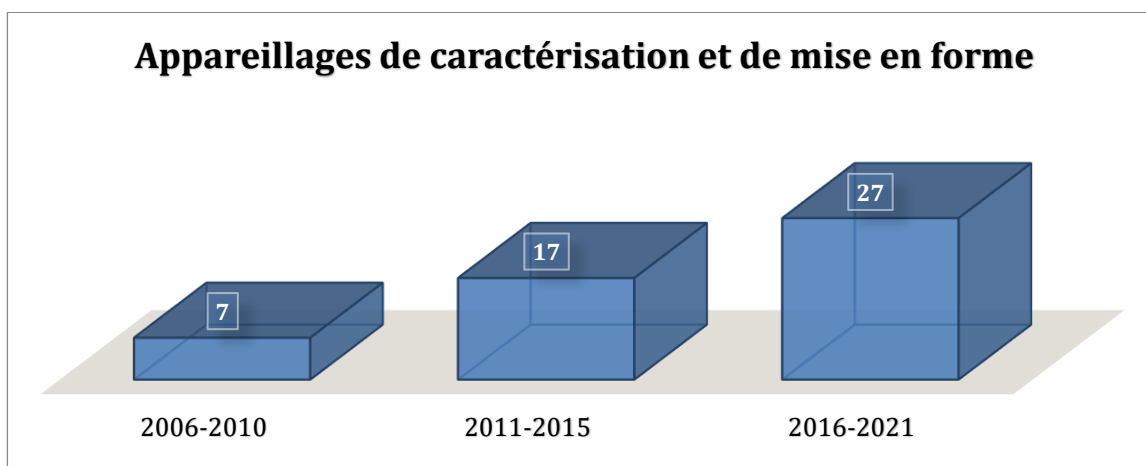
DRX, AFM, Profilomètre, Dépôt de couches minces métalliques (Au, Pt, Cu, Al), nano-scratch, MEB/EDX, microscopie acoustique

Plateforme CERMEL (<http://cermel.univ-tours.fr/>)

L'équipe fait appel régulièrement à l'expertise et au savoir-faire du CERMEL pour les mesures mécaniques sur des membranes ou électrolytes polymères (module de Young, essais de traction), nano-indentation.

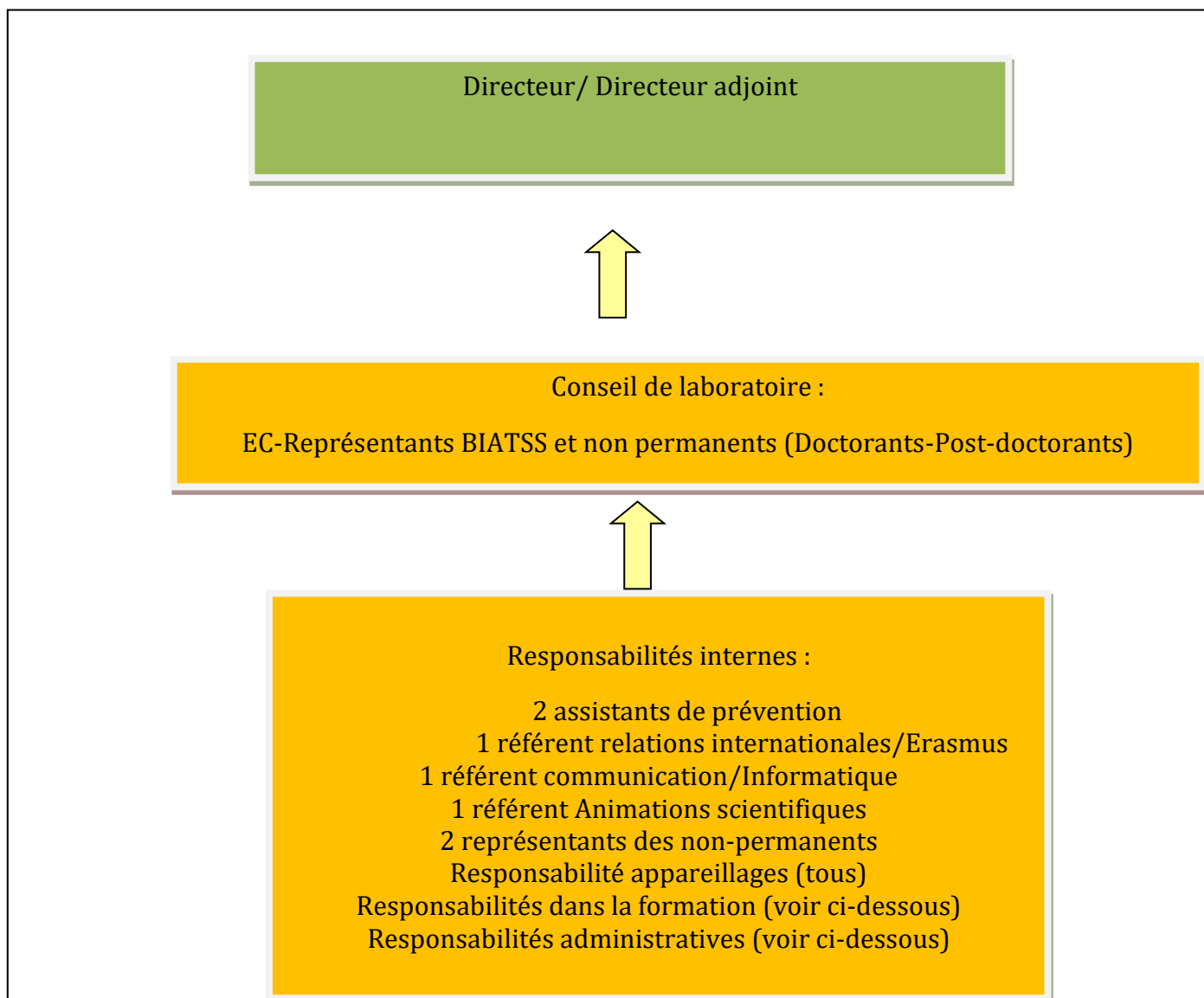
Plateforme RMN (U. Orléans) (sous réserve d'un projet validé par les responsables de la plateforme et du RS2E)

RMN à gradient de champ pulsé



Annexe 2 : Organisation, responsabilités

2.1-Organigramme fonctionnel actuel du PCM2E



2.2-Responsabilités dans la formation à l'UT

M. Abarbri :

Co-responsable M1 parcours « chimie moléculaire » (depuis 2012)

Responsable de la Licence L3 Chimie (2005-2018)

Co-responsable de la Licence L3 Physique-Chimie (2010-2018)

M. Anouti : Directrice d'étude LAS1 Chimie L1 (2019)

M.Caravanier :

Responsable Master MEEF PC 2nd degré (depuis 2015)

Directrice d'Etudes auprès des L1C (depuis 2021)

Responsable de l'UE Libre ASTEP (2016-2019): Accompagnement Scientifique et Technologique à l'Ecole Primaire à destination des étudiants de Licence.

C. Damas : Responsable du Master 1 « Science des Matériaux » et présidente de la commission pédagogique du M1 (depuis 2011)

F. Ghamouss : Responsable chimie des L1SV STU- semestre1 depuis 2011

J. Jacquemin : Responsable mention Licence Chimie (2019-2021), responsable LASS Chimie (2019-2021)

R. Naejus : Responsable de l'option de 2^{ème} année Génie de l'Environnement (DUT) depuis 2015

B. Schmaltz : Responsable Formation Continue (DAEU B option chimie)

L. Timperman : Co-responsable du L1PC depuis 2014

F. Tran-Van : Responsable de la mention « Science des Matériaux » depuis 2012 et du parcours de M2 en alternance (apprentissage puis contrat de professionnalisation) depuis 2014

D. Violleau :

Responsable de la licence professionnelle Gestion de l'Environnement : métiers des déchets (2011-2017)

Responsable de la licence professionnelle « déchets et économie circulaire » depuis 2018

2.3-Responsabilités administratives à l'UT

M. Abarbri : Président de la Commission Scientifique Disciplinaire Paritaire (CSDP), 31-32^{ème} sections (depuis 2018)

M. Anouti

Membre élue du conseil d'UFR Sciences et Techniques (2015-2019)

Membre de la CSDP 31/32 section (depuis 2014)

E. Boissel : Assistante de prévention (2016-2021)

M. Caravanier

Membre du Conseil d'Institut du MEEF

Membre du Conseil de Perfectionnement des MEEF 2nd degré

Représentante élue au CHSCT (depuis 2016) et membres de différentes commissions d'écoute du CHSCT

Membre du Comité Scientifique de la MCVL Orléans/Tours

C. Damas

Membre élue du Comité de Sélection Disciplinaire Paritaire (CSDP) section 31-32 (depuis 2020)

Assistante de prévention (depuis 2022)

F. Ghamouss

Membre adjoint du conseil scientifique du CERTEM 2020

Membre élu du Comité de Sélection Disciplinaire Paritaire (CSDP) section 31-32 (2014- 2018)

Membre élu de la section CNU 31 (2020-2022)

J. Jacquemin

Co-directeur du département Chimie (2020-2021)

Membre élu du Comité de Sélection Disciplinaire Paritaire (CSDP) section 31-32 (2020-2021)

B. Montigny

Assesseur à la pédagogie à l'UFR Sciences et Techniques (2012-2017) puis chargée des relations Faculté/Lycées à l'UFR Sciences et techniques (2018-2022)

Membre invitée à la CFVU de l'Université de Tours (depuis 2012)

Membre nommé au COSP de l'ESPE (U. Orléans et Tours)

Assistant de prévention (2016-2021)

B. Schmaltz

Correspondant relations internationales (Chimie) (depuis 2014)

Responsable Erasmus et échanges internationaux (depuis 2011)

Membre élu du Comité de Sélection Disciplinaire Paritaire (CSDP) section 31-32 (2014-2018)

Membre du Jury des bourses Eiffel, volet Master (2015- 2019)

Co-directeur du département de chimie (2016-2019)

Assistant de prévention (depuis 2022)

F. Tran-Van

Directeur adjoint de l'Ecole Doctorale EMSTU à Tours (depuis 2016)

Membre élu du bureau et membre du conseil d'UFR Sciences et Techniques (depuis 2021)

Membre du comité de pilotage de la plateforme CERTeM 2020 (depuis 2014) et du Comité GIS CERTeM 2021-2023

Co-responsable pour l'Université de Tours du CPER « MUMAT- matériaux » 2021-2027

Membre du comité de pilotage stratégique de HRS4R de l'université de Tours depuis 2019

Membre du comité de pilotage stratégique en sécurité du numérique de l'université de Tours depuis 2020

Membre du Comité de Sélection Disciplinaire Paritaire (CSDP) section 31-32

D. Violleau : Co-directeur du département de Génie Biologie IUT Tours (depuis 2016)

Annexe 3 :

3.1 Promotion durant la période du contrat

- Promotion PReX : M. Abarbri (2021)
- Promotion MCF Ex : C. Damas (2021)

Promotions HC : B. Montigny (2018), B. Schmaltz (2018), F.Ghamouss (2019), J. Jacquemin (2019), R. Naejus (2021)

PEDR : M. Abarbri, M. Anouti, F. Ghamouss, J. Jacquemin, B. Schmaltz, F. Tran-Van

3.2 Jurys de thèse et HDR

Thèses (hors doctorants dirigés)

- M. Abarbri (1 examinateur (à l'étranger), 1 rapporteur (à l'étranger))
- M. Anouti (1 examinateur, 7 rapporteurs, 1 président)
- B. Schmaltz (4 examinateurs, 2 rapporteurs)
- F. Tran-Van (9 examinateurs, 17 rapporteurs, 14 présidents)

HDR

- M. Abarbri (1 rapporteur)
- F. Tran-Van (3 examinateurs, 1 rapporteur, 3 présidents)

Annexe 4 - Liste des projets

A- Projets en cours

Axe 1 : Matériaux innovants pour le stockage de l'énergie

Contrats

- 1- Nawafils (2021-2022) (F. Ghamouss) : Caractérisation électrochimique de matériaux d'électrode silicium/VACNT pour batteries
- 2- Adhesive electrodes (2021-2023) (F. Tran-Van) : Etude de l'interface/adhérence de VACNT/Alu pour applications supercondensateurs
- 3- Nawashell2 (2021-2022) (F. Tran-Van) : Gel-polymère pour supercondensateurs VACNT tout-solide

Projets nationaux

1- ANR S3cap (2019-2022) (F. Ghamouss) : Nanotubes de carbone alignés/électrolytes gel : vers des Supercondensateurs hautes performances légers, Sécurisés et flexibles pour un fonctionnement nomade en environnements Sévères

Projets régionaux

- 1- ARD Matex REV-4 2021-2024 : Interfaces matière active /collecteur pour le stockage électrochimique (F. Tran-Van)
- 2- ARD Matex CODEC 2021-2023 (F. Tran-Van) (Polymères composites pour plaque bipolaire de PAC)

Projets bilatéraux :

- 1- PHC Toubkal U. Tanger (2019-2022) (F. Ghamouss) « Valorisation de produits naturel pour Matériaux d'électrode de batteries et supercondensateurs (F. Ghamouss)
- 2- PCM2E- UM6P (Maroc) (2019-2022) (F. Ghamouss) « Matériaux et électrolytes pour batterie (post) Li-ion

Axe 2 : Polymères et Matériaux π -conjugués

Contrats

- 1- Projet Modulus2 2019 -2022 (F. Tran-Van) : Organogels pour applications biomédicales et biométriques

Projets nationaux

- 1- ANR : Anisotherm 2017-2022(B. Schmaltz) Matériaux polymère (conjugués) thermoélectriques anisotropes

Projets régionaux

- 1- APR-IR Ethermo 2021-2024 (B. Schmaltz) : Etude THERmoélectrique de nouveaux Matériaux Organiques
- 2- APR-IR Polysons 2020-2023 (F. Tran-Van) : Polymères fonctionnels pour capteurs ultrasonores innovants
- 3- APR-IR Cafetgraph (2019-2022) (F. Tran-Van) Développement de FET à base de graphène pour la détection de polluants en phase liquide
- 4- APR-IR Eval (2019-2022) (N. Berton) Etude de la VALorisation des caoutchoucs à recycler
- 5- Projet ARD Certem 5.0 2021-2023 : Masoflex (B. Schmaltz) : matériaux organiques+ ZnO pour cellules pérovskites
- 6- Projet ARD Certem 5.0 2021-2023 : « Chimeus » (F. Tran-Van) : équipement chimie plateforme Certem

Projets bilatéraux

- 7- PHC Cèdre U. Libanaise (B. Schmaltz) : Matériaux organiques pour cellules pérovskites
- 8- PHC Gilibert U. Kaunas (B. Schmaltz) : Verres moléculaires pour cellules solaires hybrides

Axe 3 Electrolytes et milieux ioniques

Projets nationaux

- 1- ANR Citadel (2019-2022) (J. Jacquemin) CrIsTAux liquiDes ioniques pour des Electrolytes ajustables à façon
- 2- ANR Magwat (2021-2024) (B. Montigny) Stockage de l'énergie innovant basé sur le magnésium et les électrolytes aqueux

Projets régionaux

1- APR-IR Epross_(2019-2022) (F. Ghamouss) Electrolytes à propriétés spécifiques pour le stockage de l'Energie Electrochimique

B- Projets finalisés durant la période 2016-2021

7.1-Projets institutionnels période 2016-2021

Projet européen

1- Projet Hi-C (2014-2017) (D. Lemordant) (Axes 1 et 3): « Novel in situ and in operando techniques for characterization of interfaces in electrochemical storage systems.»

Projets nationaux

1-ANR : Alisé 2013-2016) (M. Anouti) (Axe 3) « Electrolytes Haute tension pour batterie Li-ion »

2- ANR : Newmaste 2014-2017 (D. Lemordant) (Axes 1 et 3) « Développement de nouveaux matériaux nanocomposites à base de silicium avec une surface stabilisée pour les électrodes négatives des batteries Li-ion »

3- ANR H2Ecap 2014-2017 (F. Ghamouss) (Axes1) VACNT pour supercondensateurs

Projets régionaux

1- Deslis 2015-2018 (Axes 1 et 3) : électrolytes et gel pour batteries (F. Ghamouss)

2- Albattros 2015-2018 (Axe1,) : matériaux nanostructurés pour batteries (J. Santos Peña)

3- Cap-El-Cahap 2015-2018 (Axe3) : liquides ioniques pour capteurs (F. Tran-Van)

4- Microbags 2016-2019 (Axes 1 et 2) : microbatteries (F. Ghamouss)

5- Sibersites (2016-2019) (Axe1) : batteries sodium-ion (B. Montigny)

6- CELEZ (2016-2020) (axe2) : Conception de cellules solaires pérovskites à base de ZnO », (B. Schmaltz)

7- ARD Lavoisier2 (Umanity) (2019-2021) (axe3) : liquides ionique protiques pour membranes PEMFC (M. Anouti)

8-ARD Lavoisier2 (Obama) (2019-2021) (axe3) : électrolytes innovants pour batteries (M. Anouti)

9-Projets Lavoisier 1 (HYSCAP) (2017-2019) : électrolytes de supercondensateurs (M. Anouti)

10-ARD SE2A (2018-2021) (axe3) : Electrolytes pour batteries Li-ion (F. Ghamouss)

Projets collectivités

1- Projet Studium d'accueil de chercheurs étrangers (2015-2021) (M. Anouti/F. Ghamouss)

2- Contrat DSSC- SATT Grand Centre/Ikamba Organics 2016 (F. Tran-Van) (Axe 2) : molécules conjuguées pour cellules Gratzel

7.2-Contrats industriels finalisés durant la période 2016-2021

- 1- Contrat Nawalab1 (Nawatechnologies) 2014-2017 (F. Tran-Van) (Axes 1) VACNT pour supercondensateurs
- 2- Contrat KEMWATT 2015-2016 (M. Anouti) (Axe 1) : batteries redox flow
- 3- Contrat Arkema 2013-2017 (M. Anouti) (Axe 1) : nouveaux sels pour batteries Li-ion
- 4- Contrat Arkema 2017-2019 (M. Anouti) (Axe 1) : électrolytes pour batteries Li-ion
- 5- Projet Lavoisier1 2015-2016 (F. Ghamouss) (Axe 1) : électrolytes sécuritaires
- 6- Contrat STMicroelectronics 2014-2016 : (F. Tran-Van) (Axes 1 et 2) : microbatteries au Li
- 7-Contrat SAFT 2016-2018 (M Anouti) (Axe 1) : électrolyte batteries Li-S
- 8-Contrat CEA 2013-2016 (M. Anouti) : liquides ioniques (co-financement thèse E. Coadou)
- 9-Contrat industriel avec la société Blue Solution (2014-2016)_(M Anouti) (Axe 1)
- 10- Projet Moduleus1 2017 -2019 (F. Tran-Van) : Organogels pour applications biomédicales et biométriques
- 11-Projet Silcroad (2019-2021) (F. Ghamouss) : optimisation d'électrolytes et traitements de surface pour batteries Li-ion utilisant des anodes en silicium.

Projets bilatéraux finalisés

- 1- PHC Toubkal U. Mohammedia-Casablanca (M. Abarbri) : matériaux conjugués pour cellules pérovskites (2019-2022)
- 2- PHC Gilibert U. KTU-Lituanie (B. Schmaltz) « Nouveaux couples colorants/matériaux transporteurs de trous pour cellules sensibilisées à colorant performantes » (2019-2020)
- 3- PHC (Polonium) (2019-2021) (J. Jacquemin) : liquides ioniques pour le stockage du CO₂

Annexe 5 – Règlement intérieur

RÈGLEMENT INTÉRIEUR DE SÉCURITÉ DU DÉPARTEMENT DE CHIMIE BATIMENT YVES CHAUVIN
--

Le bon fonctionnement d'un laboratoire de recherche implique l'acceptation et l'application par tous de règles fondamentales simples.

Définition : on désigne par laboratoire une pièce où sont réalisées des manipulations et/ou sont stockés des produits chimiques.

On entend par locaux tampons : les locaux dédiés au stockage des produits chimiques et conçus pour protéger les occupants du bâtiment en cas d'incendie (locaux coupe-feu).

◆ 1ère REGLE : INTERDICTION DE MANIPULER SEUL

- Horaires de service : 7h30 h à 19h00 : du lundi au vendredi, sauf en période de fermeture du bâtiment.
- Attention chacun doit s'assurer qu'il n'est pas seul à manipuler il faut au moins la présence d'un permanent.
- En dehors de ces horaires il est formellement interdit de manipuler ou de rester dans le bâtiment. Seuls les permanents peuvent faire une demande d'autorisation de travail en horaires décalés auprès du SPRH.

◆ 2ème REGLE : MESURE D'HYGIENE

- Interdiction de fumer, boire, manger, entreposer des aliments dans les laboratoires.
- Réciproquement : interdiction d'entreposer des produits chimiques dans les bureaux.
- Ne pas porter la blouse de laboratoire dans les bureaux ou dans la bibliothèque.

◆ 3ème REGLE : MESURES DE PROTECTION INDIVIDUELLE DANS LES LABORATOIRES OBLIGATION DE :

- Porter des lunettes de protection.
- Porter une blouse en coton (fermée par pressions), au laboratoire et dans les zones tampon et de stockage.
- Porter des gants adaptés aux produits chimiques normés NF EN 374-2 pour l'utilisation de produits agressifs.
- Enlever les gants pour sortir du laboratoire.
- Cheveux attachés, chaussures fermées, cache-col ou foulard en coton maintenus sous la blouse.

Pour les travaux plus dangereux, prévoir des protections supplémentaires :

- Lunettes spéciales ou masque facial.
- Ecran de protection

- Gants divers selon les travaux effectués (produits toxiques, corrosifs, etc..).

◆ 4ème REGLE : MESURES DE PROTECTION COLLECTIVE

- **CHACUN EST TENU DE RESPECTER TOUTE CONSIGNE DE SÉCURITÉ AFFICHÉE** ou dite lors de l'accueil par l'assistant de prévention (en particulier les consignes d'alerte et d'évacuation des locaux).
- **NE JAMAIS ENCOMBRER LES COULOIRS, LES ISSUES DE SECOURS ET LES DESSOUS DES ESCALIERS.**
- **TOUTE UTILISATION DE MATÉRIEL DE SÉCURITÉ** : extincteur, masque à cartouche, couverture anti-feu, pharmacie d'urgence, etc... **DOIT ÊTRE SIGNALÉE PAR ÉCRIT AUX RESPONSABLES DE LA SÉCURITÉ LE PLUS RAPIDEMENT POSSIBLE** (*Registre de Santé et de Sécurité au travail*).
- Les volumes de solvants inflammables et/ou toxiques doivent être limités par personne et par laboratoire à la quantité nécessaire pour une journée de travail dans les laboratoires et une semaine dans les locaux tampons.
- Tous les flacons, pissettes, bidons, cartons et d'une manière générale tout emballage contenant des produits dangereux ou inoffensifs doivent être correctement étiquetés suivant la directive européenne SGH/CLP, les sigles de risques doivent être visibles sur les flacons de produits reconditionnés.
- Il est interdit de rejeter à l'évier toutes substances chimiques, se référer aux consignes de tri des déchets chimiques.
- Les acides forts et bases fortes seront neutralisés ou convenablement dilués avant de les verser dans les bidons de récupération appropriés.
- Tous les traitements de substances soufrées ou à odeur nauséabonde doivent être réalisés avec le maximum de précautions pour éviter toute pollution de l'environnement. En particulier les résidus doivent être soigneusement détruits sous hotte à l'aide d'eau de Javel. **TOUT RÉCIPIENT CONTENANT DES RÉSIDUS A ÉLIMINER DOIT PORTER LE NOM DU LABORATOIRE D'OÙ IL PROVIENT, LA NATURE DES RÉSIDUS ET DU SOLVANT.**
- Les solvants usés seront stockés dans les bidons de type polyéthylène placés sous bacs de rétention (volume < 25 litres ; **JAMAIS EN MÉTAL**) prévus à cet effet dans chaque laboratoire.
- Les résidus toxiques provenant de manipulations seront stockés dans des flacons hermétiques, sécurisés dans des bacs de rétention au fond des paillasses, avant enlèvement concerté avec le responsable. Sur les flacons, seront clairement indiquées la nature du toxique, sa concentration et la nature du solvant.
- Les gels de silice et autres phases de chromatographie ne doivent pas être jetés dans les poubelles; ils seront placés dans les pots blancs ou bacs prévus à cet effet.
- Tous les emballages ayant contenu des solvants doivent être parfaitement secs avant élimination.
- Les poubelles mises à disposition dans les laboratoires sont de deux sortes : les poubelles contenant tous les déchets relatifs à la chimie et les poubelles contenant les déchets papier exclusivement. Dans les bureaux présence de poubelles en carton pour recyclage papier, en respectant la liste des papiers concernés.
- Dans les bureaux des poubelles en carton sont destinées au recyclage des papiers et doivent être vidées par les personnes occupant les bureaux.

◆ 5ème REGLE : BONNES PRATIQUES AU LABORATOIRE

Dès la conception d'un programme de recherche, le promoteur du projet et son équipe sont responsables des réactifs dès leur commande et des déchets induits par les manipulations ; ils doivent en connaître les propriétés physiques, chimiques et toxicologiques. Les fiches de sécurité envoyées par les fournisseurs dans les colis de livraison doivent être données au technicien(ne) rattaché(e) à l'équipe RICM pour archivage dans le classeur prévu à cet effet et rangé en salle J1100

(équipe RICM) et en salle J 1150 (équipe PCM2E). Le manipulateur est responsable des réactions entreprises, de leur surveillance, et du devenir des produits finaux : étiquetage, stockage, élimination éventuelle.

Chaque année la fiche d'exposition aux agents CMR est remise à l'assistant de prévention, pour suivi médical ensuite.

L'ensemble des produits commandés sera saisi dans l'application de gestion des produits chimiques GPod.

CONSIGNES GÉNÉRALES :

- Eviter d'encombrer les hottes.
- Ne pas laisser de vaisselle sale dans les éviers.
- Flaconner régulièrement les produits issus des synthèses, pour éviter l'accumulation démesurée des ballons.
- Les balances doivent être laissées propres. Ne jamais les déplacer.
- Effectuer le transvasement des produits dangereux sous hotte.
- Travailler le plus souvent possible sous hotte en mode aspiration et vitre avant baissée.
- Surveiller régulièrement et rigoureusement l'état de la verrerie, faire réparer toute verrerie ébréchée ou étoilée ou la jeter dans la poubelle à verre prévue à cet effet.
- Jeter les aiguilles de seringue usagées dans les poubelles de pailleuse prévues à cet effet.
- Lors de l'utilisation d'un ballon comme réacteur ou d'un erlenmeyer, mettre un cristalliseur entre l'agitateur et le réacteur, afin d'éviter tout problème en cas de fracture de ce réacteur.
- Les bouteilles de gaz situées à l'extérieur du bâtiment J doivent être attachées en permanence, et fermées hors utilisation. Toujours ouvrir le robinet de bouteille très lentement après s'être assuré que le manodétendeur est bien fixé. En aucun cas elles ne seront déplacées avec leur manodétendeur.
- Ne jamais laisser de bain d'huile végétale chauffer sans surveillance.
- Ne pas laisser de bain d'huile "silicone" chauffer la nuit sans régulation par thermomètre à contact. Ne pas laisser de manipulation à reflux ou de bain d'huile " silicone " chauffer durant le week-end sauf autorisation particulière.
- Indiquer clairement sur la hotte les composés mis en réaction si une manipulation doit être maintenue sous chauffage pendant la nuit.
- Ne pas laisser d'évaporateur rotatif en fonctionnement sans surveillance.
- L'utilisation de particules fines ou nanoparticules nécessite l'utilisation de masques adaptés.

◆ 6ème REGLE : RISQUES PARTICULIERS :

RISQUE INCENDIE :

- Ne pas entreposer des solvants au soleil ou à proximité de sources de chaleur (radiateur, lampe d'éclairage, pistolet à air chaud, bain d'huile chaud, chauffe-ballon, réaction chimique, etc...). Les flacons doivent toujours être bouchés après usage.
- Se méfier de la verrerie ayant contenu des métaux alcalins, des organométalliques, des hydrures : réaction violente avec l'eau.
- Attention aux peroxydes dans les éthers : faire le test de détection correspondant et les détruire avant distillation.
- Refroidir les mélanges réactionnels et les ballons de distillation sous atmosphère neutre avant mise à l'air.
- En cas de manipulation potentiellement dangereuse, s'entourer du maximum de précautions :
 - Opérer sous une hotte vide.
 - Prévoir à proximité les moyens d'extinction et/ou de neutralisation adéquats.
 - Porter des lunettes de sécurité ou un masque facial et utiliser un écran de protection blindé.

- Se faire assister **EN PERMANENCE** par une personne qualifiée.

RISQUES LIÉS AU VIDE :

- Ne jamais déplacer un appareil sous vide (dessiccateur, appareil de distillation, étuve à vide,...).
- Ne jamais mettre sous vide (même à l'évaporateur rotatif) des fioles à fond plat, en verre mince ou étoilées.

RISQUES LIÉS AU VERRE : COUPURES

- Ne jamais exercer de flexion, traction, torsion ou pression sur de la verrerie, spécialement dans un montage.
- Agir avec la plus grande prudence pour enfiler un tuyau souple sur un tube de verre : se protéger les mains à l'aide de chiffons épais et ne jamais forcer.
- Les débris de verre et les pipettes Pasteur usagées doivent être jetés dans une poubelle réservée à cet usage (fûts bleus).

◆ 7ème REGLE : NOUVEAUX ARRIVANTS

- Tout nouvel arrivant doit prendre contact avec les responsables de la sécurité : l'Assistant de Prévention
- Il doit être informé des consignes d'alerte et d'évacuation, de l'emploi judicieux et des emplacements des extincteurs, des bacs à sable, des douches, des couvertures anti-feu, des masques à cartouches, des robinets d'arrêt de fluides et interrupteurs généraux, des boîtes à pharmacie et avoir pris connaissance du contenu de celle-ci.
- Ceci s'applique aux arrivants en cours d'année universitaire, même pour des durées courtes.
- Ne pas hésiter à demander des explications, des conseils, des renseignements au responsable d'encadrement ou toute personne compétente.
- Lors du DÉPART DÉFINITIF d'une personne, son poste de travail et ses casiers dans les réfrigérateurs et congélateur doivent être inspectés, en sa présence, par son responsable d'encadrement afin d'assurer le tri et le rangement des produits et matériels spécifiques et d'identifier les résidus et déchets éventuels.

◆ 8ème REGLE : FERMETURE DU LABORATOIRE LE SOIR

Chaque personne quittant son laboratoire le soir doit en avvertir ceux qui sont encore présents. Le dernier qui part doit s'assurer, pour tout son laboratoire, que :

- L'aspiration des hottes est maintenue en position mini, en permanence
- Tout l'appareillage électrique inutilisé est hors tension.
- La circulation d'eau des réfrigérants est coupée sauf pour les manipulations dûment signalées et sécurisées.
- Les pompes à vides sont éteintes en fin de journée sauf pour les manipulations dûment signalées et sécurisées.
- Les fenêtres sont bien fermées.
- La lumière est éteinte.
- La porte est fermée, et les portes coupe-feu sont libérées.

◆ 9ème REGLE : PREMIERS SECOURS

- Les numéros de téléphone d'urgence ainsi que les procédures d'alerte sont disposés sur une affichette à proximité des téléphones.

- IL EST IMPÉRATIF D'ALERter LES SECOURS APPROPRIÉS (18) PUIS L'ACCUEIL DE L'UFR (02 47 36 70 34).
- TOUT INCIDENT OU ACCIDENT MEME MINEUR DOIT ETRE SIGNALÉ IMMÉDIATEMENT AUX RESPONSABLES DE LA SÉCURITÉ (+ *Registre de santé et de sécurité au travail*).

◆ **10ème REGLE : Changements des bouteilles de gaz.**

L'équipe de maintenance des boîtes à gants s'occupe de gérer les stocks des bouteilles d'argon et de mélange Ar/H₂).

◆ **11ème REGLE : CONDUITE À TENIR EN SALLE LASER**

- Prévenir la personne responsable (Christine Damas) avant d'accéder à cette salle.
- Ne pas déplacer l'appareillage.
- Ne pas enlever le cache du faisceau (pour éviter tout contact accidentel avec le faisceau).
- Travailler au minimum de puissance.
- Ne jamais intervenir pour dépannage lorsque l'appareil est sous tension.

◆ **12ème REGLE : CONDUITE À TENIR EN CAS DE SINISTRE**
ÉVITER TOUT MOUVEMENT DE PANIQUE.

- Les consignes et procédures d'alerte et d'évacuation, les chemins d'évacuation doivent être connus.
- Prévenir le SST le plus proche.
- En cas d'alarme sonore dans le bâtiment :
- Arrêter RAPIDEMENT les manipulations en cours si vous êtes dans le laboratoire et si ce n'est pas dangereux.
- Activer dans le laboratoire l'arrêt coup de poing.
- Prendre son manteau, ne rien emmener avec soi.
- Quitter les lieux suivant la procédure d'évacuation en refermant les portes derrière soi, ne pas la verrouiller. **NE JAMAIS REVENIR EN ARRIÈRE.**
- Si une personne en situation de handicap moteur ne peut pas sortir, la placer près d'une fenêtre dans un lieu sûr et facile d'accès.
- La personne serre-fil d'un étage doit s'assurer sans se mettre en danger que personne ne reste à son niveau, en cas de doute prévenir le responsable des secours du bâtiment.
- Se rendre au point de rassemblement et y rester jusqu'à ce qu'une autorisation de quitter le lieu ait été donnée par le responsable des secours.

● **DÉBUT D'INCENDIE :**

- Crier "AU FEU", faire alerter les secours, commencer à éteindre le feu. Si l'usage d'un extincteur est inefficace : faire EVACUER.
- Appuyer sur l'un des boîtiers rouges fixés dans les couloirs.
- EVACUER.

● **ACCIDENT DE PERSONNE :**

- ALERTER LES COLLÈGUES.
- Prévenir un des Sauveteurs Secouristes du Travail (SST) du bâtiment ou du site (liste : au milieu de chaque couloir).
- Dans le cas où aucun SST n'est disponible :

- PROTÉGER : si possible éliminer la cause de l'accident (électrocution : couper le courant ; asphyxie : ouvrir les fenêtres ...) en se protégeant soi-même.
- ALERTER les secours.

- **REMARQUES IMPORTANTES :**

Les lésions aux yeux, de quelque nature qu'elles soient, même d'apparence très anodine doivent TOUJOURS faire l'objet d'un examen médical spécialisé. Des "rince-œil" sont à disposition dans chaque laboratoire et doivent être utilisés pendant **au moins** 10 minutes en cas de projection. Les brûlures chimiques, même de petite importance doivent être traitées IMMÉDIATEMENT et de façon RIGOUREUSE. En cas de brûlure thermique passer sous l'eau tiède 15 minutes minimum sans retirer quoi que ce soit.

- **FICHE DE DÉCLARATION D'INCIDENT À REMETTRE POUR TOUT INCIDENT MÊME MINEUR**
Inscription sur « *le Registre de Santé et Sécurité au travail* ».

- ◆ **13ème RÈGLE : RÈGLEMENT CONCERNANT LES DÉPARTS DU LABORATOIRE**

Tout chercheur, étudiant, stagiaire, quittant définitivement le Laboratoire doit :

- Flaconner, étiqueter ses produits et les classer dans le congélateur ou dans un placard
- A chaque produit de synthèse organique doit correspondre une chemise dans laquelle se trouvent :
 - Un spectre RMN ¹H
 - Un spectre RMN ¹³C
 - Un spectre de masse
 - Un spectre Infrarouge
 - Une analyse centésimale ou un spectre de masse haute résolution si nécessaire.
- Rédiger les parties expérimentales correspondantes.
- Ranger et nettoyer sa paillasse et son bureau.
- Rendre ses clés et son badge, s'il lui en a été confié.
- Rendre son cahier de laboratoire à son responsable scientifique.
- Rendre les résultats de ses expériences et/ou modélisation sous forme papier et fichier informatique.

- ◆ **14ème RÈGLE : Conflit entre personnes**

Dans le cas d'un différend ou d'un litige entre membres de laboratoire, les personnes concernées doivent informer leur responsable scientifique ou directeur de laboratoire.

Après lecture de ce règlement intérieur de sécurité, chaque nouvel arrivant doit émarger dans le cahier prévu à cet effet.

Chaque permanent doit émarger à chaque nouvelle mise à jour de ce document.

Numéros utiles : Pompier 18 ; Samu 15 ; Agents logés : 06 03 56 23 36 / 06 03 56 21 32

En cas de problème technique, écrire un mail à : atigrandmont@univ-tours.fr