



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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire de Physicochimie des Polymères et
des Interfaces

LPPI

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Cergy-Pontoise - UCP



Décembre 2013



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

Section des Unités de recherche

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3
novembre 2006¹,*

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

Au nom du comité d'experts,

- M. Laurent FONTAINE, président du
comité

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



Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité :	Laboratoire de Physico-chimie des Polymères et Interfaces
Acronyme de l'unité :	LPPI
Label demandé :	Equipe d'Accueil
N° actuel :	EA 2528
Nom du directeur (2013-2014) :	M. Frédéric VIDAL
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M. Frédéric VIDAL

Membres du comité d'experts

Président :	M. Laurent FONTAINE, Université du Maine, Le Mans
Experts :	M. Eric CLOUTET, Université de Bordeaux
	M ^{me} Marie-Pierre KRAFFT, Université de Strasbourg
	M. Jean-Claude LEPRETRE, Université de Grenoble
	M ^{me} Monique MAUZAC, Université de Toulouse
	M. Daniel TATON, Université de Bordeaux (représentant du CNU)
Délégué scientifique représentant de l'AERES :	
	M. Philippe KALCK
Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :	
	M. Christian DAVID (École Doctorale Science et Ingénierie)
	M. Stéphane SERFATY, Université de Cergy-Pontoise



1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Le Laboratoire de Physico-chimie des Polymères et des Interfaces a été créé en 2002 sous sa forme actuelle et résulte du regroupement à progressif depuis 1997 de polyméristes, d'électrochimistes, de chimistes inorganiciens, et de physiciens des surfaces et des interfaces, tous enseignants-chercheurs. Il est sous la tutelle de l'Université de Cergy-Pontoise.

Au cours du quadriennal 2005-2008, le LPPI a développé deux axes de recherche focalisés sur «l'élaboration et la caractérisation de matériaux bicomposants» et «l'élaboration de matériaux multicomposants pour la transformation et le stockage de l'énergie». A la suite des recommandations de la précédente évaluation de l'AERES, le laboratoire a mis l'accent durant la période 2008-2013, sur l'approche fondamentale des systèmes pour accéder à une bonne connaissance de la morphologie des réseaux interpénétrés (RIP) et pouvoir ainsi anticiper les propriétés de ces systèmes complexes.

A ce jour, les recherches du LPPI sont regroupées en 3 thématiques : «Synthèse et caractérisation physico-chimique des systèmes multicomposants et interfaces», « Matériaux pour le stockage et la conversion électrochimique de l'énergie » et «Matériaux stimulables et transducteurs».

Équipe de direction

La direction est assurée par M. Frédéric VIDAL, avec comme directrice-adjointe M^{me} Odile FICHET qui est responsable de la Structure Fédérative FD 4122, reconnue en janvier 2010 et qui s'intitule «Institut des Matériaux I-Mat».

Nomenclature AERES

ST4

Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	17	17
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	3,5	2,5
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	3	1
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
TOTAL N1 à N6	23,5	20,5



Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	16	
Thèses soutenues	15	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	12	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	7

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

Le comité d'experts a été séduit par l'ambiance chaleureuse du laboratoire ainsi que par le dynamisme et la cohésion de ses membres. Ce dynamisme se concrétise en particulier par une forte réponse aux appels à projets (en moyenne 10 réponses par an) et un nombre important de dépôts de brevets (9 sur la période). Globalement, l'unité a consolidé ses compétences, a gagné en notoriété, tout en étant encore en phase de croissance.

L'unité a su développer une niche scientifique pour laquelle elle est bien reconnue et qui lui permet de bénéficier de nombreux contrats avec des partenaires académiques ou industriels. Elle est bien intégrée dans le tissu industriel comme l'attestent la réalisation de nombreuses prestations de service et les nombreuses collaborations avec des entreprises locales ou nationales. La production scientifique a été améliorée par rapport à la période précédente et s'avère satisfaisante pour un laboratoire qui ne comprend pas de chercheurs CNRS et dont les enseignants-chercheurs sont tous en sur-service. Il est à noter que le taux d'impact des publications est également en nette progression.

Points forts et possibilités liées au contexte

- Cohésion et dynamisme de l'unité dont la majorité des membres a moins de 40 ans ;
- reconnaissance internationale d'un savoir-faire concernant l'élaboration de réseaux interpénétrés (RIP) ;
- nombre conséquent de collaborations nationales et internationales ;
- nombre de brevets, nombre de projets, relations industrielles.

Points faibles et risques liés au contexte

- Difficulté de reconnaissance à l'international ;
- difficulté à gagner en visibilité dans un contexte régional très compétitif (concentration d'équipes de haut niveau en science des polymères dans le bassin parisien : à l'Université P. & M. Curie et l'ESPCI notamment).



Recommandations

- Préserver l'équilibre entre recherche fondamentale et appliquée ;
- publier davantage dans des journaux à haut facteur d'impact ;
- identifier plus clairement des leaders/animateurs scientifiques ;
- développer les relations internationales notamment par des co-tutelles de thèse et l'accueil de post-doctorants étrangers.



3 • Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le laboratoire possède une expertise reconnue au niveau international dans la synthèse et l'étude morphologique de réseaux interpénétrés (RIP), qui peuvent être formés à partir de polymères de natures chimiques très diverses. Ce thème pivot irrigue les deux autres axes de recherche de l'unité consacrés aux matériaux conducteurs ioniques et électroniques. Cet axe de recherche sur les RIP a également donné lieu à de nouvelles collaborations académiques et industrielles. Le LPPI a su exploiter son savoir-faire pour répondre à des applications variées et pour adapter les propriétés des RIP en sélectionnant judicieusement les conditions initiales de synthèse et de procédé. Par exemple, les propriétés mécaniques de chaînes de polyisobutène ont pu être grandement améliorées du fait de l'élaboration de réseaux semi-interpénétrés ; les propriétés de conductivité ionique du poly(oxyde d'éthylène) (PEO) ont été associées aux propriétés mécaniques de polymères tels que caoutchouc nitrile (NBR) ou polytétrahydrofurane (PTHF) ou encore polybutadiène (PB) par une voie « in situ séquentielle » ; enfin, la mouillabilité (propriété de surface) de réseaux simples de poly(oxyde d'éthylène) ou de poly(diméthylsiloxane) peut être ajustée en faisant varier la densité de réticulation du réseau, celle-ci influençant la température de relaxation mécanique. Ces réseaux interpénétrés conduisent à de nouveaux matériaux structurels ou fonctionnels. Le mélange ainsi réalisé à partir d'un polyélectrolyte et d'un réseau fluoré est particulièrement prometteur pour la réalisation de membranes piles à combustible ou d'accumulateurs. La mise au point récente d'une nouvelle voie de synthèse par microémulsion, ouvre des perspectives intéressantes d'obtention de matériaux à structure préservée, en utilisant uniquement l'eau comme solvant. Divers réseaux interpénétrés ont également été obtenus sous forme de films minces dans le but, selon la composition du réseau, de développer des propriétés de mouillage modulables ou bien des films conducteurs.

L'équipe s'appuie sur ses compétences dans l'approche des surfaces modèles chimiquement hétérogènes à propriétés de mouillage contrôlées pour développer des films de RIP à l'interface air/eau. Des réseaux simples 2D de poly(diméthylsiloxane) (PDMS) réticulés par UV et d'acétobutyrate de cellulose (CAB) ont été obtenus et caractérisés par spectroscopie par génération de fréquence somme (SFG, en collaboration avec Mayence) et par infra-rouge. Un semi-RIP bi-dimensionnel de CAB/PDMS a été caractérisé par réflectivité de neutrons (LLB) et par SFG. D'autres études ont permis de mieux comprendre l'influence des paramètres de synthèse des polymères (effet de la densité de réticulation ou de la nature du nœud permettant cette réticulation) et de mise en forme des réseaux (en particulier leur mode de démoulage) sur leurs propriétés de mouillage. Enfin, des surfaces à mouillabilité variable sont étudiées, par exemple à l'aide de CAB modifié à dessein par des groupements cinnamate ou de copolymères poly(Azo-co-AcRf6) possédant des groupements azobenzène. Les groupements cinnamate permettent de contrôler réversiblement le mouillage, démontrant le potentiel des réseaux de CAB greffés pour la fabrication de surfaces photosensibles. En marge des études sur les RIP, une activité intéressante vise à élaborer des structures organiques-inorganiques 2D formées par des monocouches d'acides gras déposés sur des solutions aqueuses de cations divalents. La caractérisation de la structure de ces nanocristaux, réminiscente de celle de la nacre, est effectuée en collaboration avec des équipes de l'INSP et du synchrotron SOLEIL.

Sur la base du savoir-faire en synthèse de polymères semi-conducteurs, plus particulièrement de type poly(3,4-éthylène dioxythiophène) (PEDOT), par des voies oxydantes en solution ou par électrochimie, des systèmes "tricouches" PEDOT/RIP à base de PEO/PEDOT se sont révélés être très efficaces et prometteurs comme matériaux transducteurs. Par exemple, en réponse à un stimulus électrique et selon la composition en PEDOT, des variations de volume, de forme ou d'émission dans une grande gamme de longueurs d'ondes du visible à l'Infra-Rouge ont été obtenues. De nombreux dispositifs actionneurs et prototypes ont été mis au point dans le cadre de collaborations idoines faisant montre encore une fois des nombreuses valorisations engendrées par les RIPs. L'effet coopératif des conductions ioniques et électroniques appliqué aux actionneurs devrait émerger dans l'autre domaine d'application développé au LPPI, à savoir le stockage et la conversion de l'énergie. Jusqu'ici, seuls des systèmes RIPs de types membranes pour le transport d'ions ont été étudiés avec succès et faisant montre de belles perspectives d'avenir, que ce soit pour le remplacement du Nafion® ou pour la protection d'électrodes à air pour batteries vis-à-vis de l'air. Enfin, et de façon judicieuse, ces réseaux interpénétrés ont été introduits dans des cellules photovoltaïques afin de résoudre les problèmes de stabilité généralement rencontrés dans les structures de type donneur/accepteur. La thématique « RIP à conduction ionique » avec la thématique « Matériaux électrochromes et électro-émissifs » donne une grande visibilité au Laboratoire et lui assure une grande partie de ses contrats.



En marge de ces activités sur les RIPs, mais de manière tout aussi originale et intéressante, le LPPI s'intéresse à des systèmes originaux dans le domaine des cellules photovoltaïques à colorant. Des chercheurs du LPPI se consacrent à deux éléments bloquants de ces cellules, à savoir le passage à des électrolytes solides (remplacement du couple I²/I³⁻) et l'amélioration de l'injection des charges notamment à l'interface avec le TiO₂. Le LPPI s'est ainsi engagé dans un domaine de recherches très compétitif tant au niveau national qu'international dans la quête de meilleurs rendements photovoltaïques et vers un gain en stabilité (durée de vie).

L'ensemble des travaux a conduit sur la période à une production scientifique de près d'une centaine d'articles (97 auxquels s'ajoutent 9 Actes de Congrès avec Comité de lecture et 1 chapitre de livre) dans des revues à comité de lecture (ACL) dans des journaux internationaux reconnus (Macromolecules, Langmuir, ACS Macro Letters, Polymer Chemistry, Polymer, ...) avec un impact facteur moyen de 3,66. Cette production correspond à environ 1,8 ACL / an et par ETP.

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

Le bilan de l'unité fait état de 9 brevets déposés sur la période sur des sujets différents et de nombreuses prestations de service réalisées, pour un montant qui représente la moitié des crédits récurrents, ce qui montre son souci d'interaction avec l'environnement économique. L'unité a de plus des contrats ou des collaborations suivies avec une dizaine d'entreprises nationales ainsi qu'avec la DGA et un tiers de son budget provient du secteur industriel. L'unité a organisé un congrès sur les muscles artificiels en 2011 et participé à l'organisation de deux autres congrès. Elle est partenaire d'un contrat européen, membre de trois réseaux européens et entretient des collaborations bi-latérales avec plusieurs pays. Trois chercheurs étrangers effectuent des séjours réguliers dans le Laboratoire. L'unité est également impliquée dans 8 projets ANR. Les membres de l'unité ont honoré 22 invitations à des conférences internationales sur la période.

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

Les locaux sont spacieux (900 m² sur un seul niveau) et bien adaptés à l'activité de l'unité. Celle-ci fonctionne avec une mise en commun totale des ressources aussi bien financières qu'en termes de matériels. Il a été judicieusement choisi de consacrer 20% du montant des crédits de fonctionnement au soutien de sujets émergents. Les ingénieurs sont très investis dans la politique hygiène et sécurité de l'unité. La forte sollicitation de la tutelle universitaire sur ces aspects impacte parfois lourdement leur activité au quotidien.

Le fonctionnement collectif de l'unité, sans structure d'équipes, s'il a contribué à sceller la cohésion du laboratoire, a peut être atteint ses limites avec l'accroissement de sa taille. Une structuration en équipes permettrait vraisemblablement une meilleure lisibilité des différentes thématiques et une meilleure identification de leurs porteurs. Ce point devra être discuté avec l'ensemble des permanents.

L'unité a tenu compte des recommandations formulées lors de la précédente évaluation concernant l'animation scientifique : le nombre de séminaires, soit de doctorants ou post-doctorants (26 sur la période), soit de conférenciers français (9 sur la période) ou étrangers (18 sur la période) est en nette augmentation.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les enseignants-chercheurs de l'unité s'impliquent activement dans les activités d'enseignement et de tâches administratives associées. Tous les enseignants-chercheurs sont en sur-service, ce qui peut représenter une menace pour les activités de recherche de l'unité. Les négociations pour l'affectation de postes ATER, qui pourraient soulager l'unité, sont difficiles. Au regard de ce potentiel d'encadrement, le nombre de doctorants formés sur la période est élevé. La durée moyenne des thèses dépasse de quelques mois les trois ans requis.

L'encadrement des étudiants (stagiaires, master) des doctorants et post-doctorants est de qualité. Chaque doctorant se rend au moins une fois au cours de sa thèse aux JEPO et participe à deux congrès, dont un international. L'insertion professionnelle des docteurs n'a pas pu être clairement renseignée au-delà du stage post-doctoral. Il est à noter la mise en place, par les enseignants-chercheurs de l'unité, d'une licence professionnelle qui apparaît assurée de bons débouchés à ses étudiants.



Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Nombreux sont les projets de qualité ; cependant, il serait souhaitable que l'unité se focalise sur un nombre plus restreint de perspectives scientifiques, en accord avec ses compétences et le nombre de personnes impliquées. Ceci lui permettrait d'affirmer sa spécificité et d'augmenter sa visibilité au niveau international tout en contribuant à la compréhension de problématiques finalisées.

Les réseaux interpénétrés sont envisagés dans de multiples développements allant de la mécanique à la biologie en passant par l'électronique et le stockage de l'énergie. Si les potentialités industrielles de Synthèse et caractérisation physico-chimique des systèmes multicomposants et interface apparaissent clairement, les deux autres mériteraient une réflexion plus approfondie visant à mieux définir la plus value recherchée pour ces systèmes de complexité accrue. L'étude en cours des mécanismes de vieillissement apparaît par contre parfaitement justifiée et complétera positivement l'expertise du laboratoire dans la thématique des réseaux interpénétrés.

Le comité d'experts encourage l'unité à rassembler ses forces sur un plus petit nombre de sujets scientifiques bien ciblés afin d'être à même de développer des axes innovants s'appuyant sur les compétences du laboratoire. Un état de l'art et une analyse du positionnement du projet dans les contextes nationaux et internationaux devront être menés.

Conclusion

L'unité est constituée d'acteurs dynamiques et elle bénéficie d'un excellent positionnement sur la thématique des réseaux interpénétrés. Elle présente un très bon bilan et un projet de qualité, qui mérite d'être soutenu et encouragé. La politique volontariste déjà engagée, visant à accroître sa visibilité (en particulier par la publication des travaux dans les revues internationales à fort impact), mérite d'être poursuivie, de même que le développement des relations internationales au travers de thèses en co-tutelle et de l'accueil de post-doctorants étrangers. Une réflexion pourrait être lancée sur la structuration en équipes, susceptible de contribuer à une meilleure identification des porteurs de projets scientifiques, et - par là même - à accroître la reconnaissance du laboratoire.



4 • Déroulement de la visite

La visite s'est déroulée les 4 et 5 décembre 2013, selon un agenda préparé en concertation entre le directeur de l'unité, le délégué scientifique de l'AERES et le président du comité. L'accueil réservé aux membres du comité d'experts a été d'excellente qualité et particulièrement agréable.

La visite a débuté par la présentation, faite par le directeur, du bilan du quinquennat. Différents volets et faits marquants de l'activité du laboratoire ont ensuite été exposés par des enseignants chercheurs de l'unité. La présentation du projet de laboratoire par le directeur a clôturé la première journée. Durant la deuxième journée, le comité d'experts a rencontré successivement le conseil de laboratoire, les doctorants et post-doctorants et le personnel BIATS. La structure fédérative "I-Mat" a été exposée par sa directrice.

Le comité d'experts a ensuite rencontré le représentant de l'école doctorale puis le vice-président du conseil scientifique.

Dates de la visite

Début : 4 décembre 2013 à 12h30

Fin : 5 décembre 2013 à 16h30

Lieu de la visite

Institution : Université de Cergy-Pontoise, site de Neuville

Adresse : 5 Mail Gay Lussac, 95031 Neuville sur Oise

Déroulement ou programme de visite :

Mercredi 4 décembre

12h30 : Accueil et déjeuner avec les membres permanents du laboratoire

14h00 : Exposés scientifiques

1. Exposé du bilan sur la période 2008-2013 par le directeur du laboratoire

2. Exposés thématiques :

a. Synthèse et caractérisation des RIPs - Applications : Membranes pour piles à combustibles et batteries

b. Interfaces et surfaces stimulables

c. Photovoltaïque et Modélisation

d. Supercondensateurs

e. Dispositifs électrostimulables

3. Présentation du projet du laboratoire par le directeur du laboratoire

16h00 : Questions et discussion générale.

17h00 : Huis Clos



Jeudi 5 décembre

- 08h30 : Présentation de la structure fédérative I-Mat par la directrice de la structure
Réunions du comité d'experts AERES avec :
- 09h30 : le conseil de laboratoire
- 10h30 : les doctorants et post-doctorants.
Rencontres du comité d'experts AERES avec :
- 11h00 : le représentant de l'École Doctorale Sciences & Ingénierie
- 11h30 : le vice-président du conseil scientifique de l'Université de Cergy-Pontoise.
- 12h30 : Déjeuner (comité d'experts AERES avec tout le laboratoire).
- 14h00 : Délibérations du comité d'experts.



5 • Observations générales des tutelles



UNIVERSITÉ
de Cergy-Pontoise

FRANÇOIS GERMINET

Président

STEPHANE SERFATY

Vice-Président Recherche

Université de Cergy-Pontoise

33 Boulevard du port

95011 CERGY-PONTOISE CEDEX

téléphone 33 (1) 34.25.61.25

télécopie 33 (1) 34.25.61.27

Monsieur Philippe KALCK, Délégué Scientifique
représentant l'AERES

Monsieur Laurent FONTAINE, Président du Comité
d'experts

Mesdames et Messieurs les membres du Comité d'experts

Cergy, le 24 mars 2014

Affaire suivie par : Laurence PUECHBERTY

Téléphone : 06.78.85.37.95

Objet : Réponse aux observations sur le pré-rapport du laboratoire LPPI – E.A 2528.

La présidence de l'université, le directeur du laboratoire et l'ensemble des membres de l'unité prennent acte du pré-rapport du comité de visite AERES et ont analysé très attentivement ce rapport sur les activités, fonctions et projets du laboratoire lors de la visite AERES les 4 et 5 décembre 2013.

Le président de l'université, le vice-président de la recherche et le directeur du laboratoire remercient le comité d'évaluation pour le travail réalisé par les membres du comité d'experts, la qualité des échanges, l'état d'esprit constructif qui a prévalu durant les diverses présentations et discussions.

La direction du laboratoire a apprécié la synthèse de ses points forts, points faibles et recommandations du rapport et reconnaît la pertinence des remarques formulées. Cette expertise permettra au laboratoire de mieux réaliser les objectifs scientifiques dans le cadre du prochain contrat quinquennal.

Le laboratoire poursuivra une politique visant à accroître la visibilité internationale. Pour cela, une réflexion approfondie sur l'opportunité d'une structuration en équipes sera menée afin de rendre plus visibles les différentes thématiques du laboratoire. Cette réorganisation devra cependant aboutir à une structure souple dans la composition des équipes par thème, permettant de conserver la cohésion du laboratoire qui a été un élément essentiel de sa reconnaissance actuelle.

La présidence de l'université et la direction du laboratoire n'ont aucune remarque particulière à formuler sur ce pré-rapport, si ce n'est que des erreurs factuelles répertoriées par le laboratoire que vous trouverez en annexe.

En vous priant d'accepter nos salutations les meilleures.

François GERMINET

Président de l'université de Cergy-Pontoise