

# HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Département d'Évaluation de la Recherche

Évaluation de l'unité :

Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires

PIIM

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Aix-Marseille Université

Centre National de Recherche Scientifique – CNRS

Campagne d'évaluation 2016-2017 (Vague C)

# HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Département d'Évaluation de la Recherche

*Pour le HCERES,<sup>1</sup>*

Michel Cosnard, président

*Au nom du comité d'experts,<sup>2</sup>*

Pascal Chabert, président du comité

---

En vertu du décret n°2014-1365 du 14 novembre 2014,

<sup>1</sup> Le président du HCERES "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5)

<sup>2</sup> Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2)

## 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 : Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires

Acronyme de l'unité : PIIM

Label demandé : UMR

N° actuel : 7345

Nom du directeur (2016-2017) : M. Jean-Marc LAYET

Nom du porteur de projet (2018-2022) : M<sup>me</sup> Annette CALISTI

## Membres du comité d'experts

Président : M. Pascal CHABERT, Laboratoire de Physique des Plasmas, École Polytechnique, Palaiseau

Experts : M<sup>me</sup> Bernadette BERGERET, Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine, Université de Bordeaux (représentante des personnels d'appui à la recherche)

M. André CANOSA, Institut de Physique de Rennes, Université de Rennes

M. Alain GHIZZO, Institut Jean Lamour, Université de Lorraine, Nancy (représentant du CNU)

M. Luca GUIDONI, Laboratoire Matériaux et Phénomènes Quantiques, Université Paris Diderot

M. Nicolas PLIHON, Laboratoire de Physique, École Normale Supérieure de Lyon

M. Philippe RONCIN, Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay, Université Paris-Sud

M. Stéphane SEBBAN, Laboratoire d'Optique Appliquée, ENSTA & École Polytechnique, Palaiseau (représentant du CoCNRS)

Délégué scientifique représentant du HCERES :

M. Christian BORDAS

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Pierre CHIAPPETTA, Aix-Marseille Université

M. Noël DIMARCO, CNRS

M<sup>me</sup> Marie-Yvonne PERRIN, CNRS

Directeurs des Écoles Doctorales :

M. Conrad BECKER, ED n° 352, « Physique et Sciences de la Matière »

M. Thierry CONSTANCIEUX, ED n° 250, « Sciences Chimiques »

## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le laboratoire de « Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires » (PIIM) est une unité mixte de recherche entre le CNRS et Aix-Marseille Université (UMR 7345), localisée à Marseille sur le campus de Saint-Jérôme. Le PIIM regroupe des physiciens et physico-chimistes qui étudient les milieux dilués que sont les gaz, plasmas, faisceaux d'ions, d'atomes et/ou de molécules, ainsi que leurs interactions avec la matière. Le laboratoire est issu d'une double culture de chimistes et physico-chimistes d'une part, et de physiciens des plasmas chauds d'autre part. La partie « plasmas chauds » est apparue avec le développement de la fusion au CEA à Cadarache. Aujourd'hui le PIIM a gardé cette double culture qui fait son originalité sur le plan national et international.

### Équipe de direction

Pour le mandat qui s'achève, le laboratoire de « Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires » (PIIM) est dirigé par M. Jean-Marc LAYET (directeur) et M<sup>me</sup> Annette CALISTI (directrice-adjointe). Pour le début du mandat à venir, la proposition du laboratoire pour l'équipe de direction est M<sup>me</sup> Annette CALISTI (directrice) et M. Jean-Marc LAYET (directeur-adjoint).

### Nomenclature HCERES

Domaine scientifique principal : ST2 Physique

Domaine scientifique secondaire : ST4 Chimie

### Domaine d'activité

Les recherches réalisées au PIIM vont de l'astrochimie à la turbulence dans les plasmas chauds magnétisés, en passant par la physique des ions froids, la physique des surfaces (à l'interface avec la physique du solide) et de l'interaction plasma-surface. Le PIIM est également très actif dans l'interprétation et la modélisation des données spectroscopiques des plasmas chauds, ainsi que des rayonnements EUV et X. Cette diversité de sujets n'empêche pas une vraie identité du laboratoire, qui est structuré en sept équipes de recherche : (i) ASTRO (Astrochimie, Spectroscopie, Théorie, Réactivité, Origine) ; (ii) CIML (Confinement d'Ions et Manipulation Laser) ; (iii) DSC (Dynamique des Systèmes Complexes) ; (iv) H2M (Hydrogène, Molécules, Matériaux) ; (v) PATP (Physique Atomique et Transport dans les Plasmas) ; (vi) PS (Plasma Surface) ; et (vii) TP (Turbulence Plasma). Cette structuration, qui est celle qui a été évaluée dans ce rapport, est récente et elle est issue d'une réflexion stratégique sur l'avenir du laboratoire. Lors de cette réflexion, le PIIM a également identifié quatre axes de recherche transverses : (i) Plasmas ; (ii) Science de la fusion - Physique du Tokamak ; (iii) Surfaces, interfaces et réactivité ; (iv) Atomes, ions et molécules dans tous leurs états. Ces axes transverses sont pour le moment purement scientifiques et ils ne disposent pas de moyens spécifiques ; ils n'ont pas été évalués en tant que tels.

Le PIIM est très fortement impliqué dans les sciences de la fusion par confinement magnétique. Cette thématique implique pratiquement toutes les équipes et s'explique par la proximité du site de Cadarache, où se trouvent actuellement le Tokamak Tore Supra (devenu WEST) et le site du futur « International Thermonuclear Experimental Reactor » (ITER). Le PIIM collabore depuis plus de deux décennies avec l'Institut de Recherche sur la Fusion par confinement Magnétique (IRFM) du CEA, basé à Cadarache. Par ailleurs, la Fédération de Recherche en Fusion par Confinement Magnétique (FR-FCM), qui est nationale, est dirigée par un chercheur du PIIM. Cette thématique bénéficie également d'un financement au niveau européen, via le programme EUROfusion. Le PIIM est impliqué dans tous les aspects importants de la fusion magnétique et du projet ITER : la stabilité du plasma de cœur et la physique du confinement magnétique, la physique du plasma de bord et l'impact des particules neutres, l'interaction plasma-paroi et les problèmes d'érosion, de rétention, etc. et enfin l'injection de neutres rapides pour le chauffage du plasma en partant de sources d'ions négatifs intenses. Cette exhaustivité et cette richesse thématique font du PIIM le plus important laboratoire académique de ce domaine en France.

Pour terminer cette brève introduction, il est important de noter que le PIIM s'est pleinement adapté à la nouvelle structuration locale avec la création d'Aix-Marseille Université (AMU) et la sélection de l'Initiative D'EXcellence (IDEX) du site d'Aix-Marseille (A\*Midex).

## Effectifs de l'unité

<b>Composition de l'unité</b>	<b>Nombre au 30/06/2016</b>	<b>Nombre au 01/01/2018</b>
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	38	39
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	12	12
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	16	16
<b>N4</b> : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)	13	
<b>N5</b> : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)	5	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	
<b>N7</b> : Doctorants	22	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>109</b>	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	30	

<b>Bilan de l'unité</b>	<b>Période du 01/01/2011 au 30/06/2016</b>
Thèses soutenues	23
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	20
Nombre d'HDR soutenues	9

Note : un des chercheurs HDR EPST de l'unité n'émerge à aucune des équipes décrites ci-dessous. En conséquence la somme N2 comme la somme des personnes HDR de toutes les équipes doit être augmentée d'une unité pour retrouver les valeurs du tableau des effectifs de l'unité.

## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Le laboratoire de « Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires » (PIIM) regroupe des physiciens et physico-chimistes qui étudient les milieux dilués (gaz, plasmas, faisceaux d'ions, d'atomes et/ou de molécules) et leurs interactions avec la matière. La diversité des milieux étudiés ainsi que le large spectre de compétences des chercheurs et enseignants-chercheurs permet au PIIM d'aborder des thématiques allant de l'astrochimie, des ions froids, de la physique atomique et du rayonnement à la physique des plasmas, la turbulence, la dynamique des systèmes complexes ou la science des matériaux et des surfaces. La nature des recherches est donc pluridisciplinaire, en amont d'applications importantes pour la société, tout en gardant une forte composante fondamentale et à la frontière de la connaissance.

L'un des thèmes centraux des recherches menées au PIIM est la fusion par confinement magnétique. Le laboratoire entretient une collaboration fructueuse depuis plus de deux décennies avec l'IRFM au CEA Cadarache, où se trouve le Tokamak Tore-Supra (maintenant appelé WEST). Depuis le début de la construction du réacteur international ITER, la collaboration s'est étendue à ITER International. Le PIIM héberge également le directeur de la Fédération de Recherche en Fusion par Confinement Magnétique (FR-FCM). Le PIIM est clairement le plus important laboratoire académique impliqué dans le domaine des « Sciences de la Fusion » par confinement magnétique en France. Les recherches sur ce sujet vont de la physique des plasmas chauds de cœur (instabilités, turbulence, confinement) à l'interaction avec les surfaces (hydrogène et deutérium avec le carbone, le tungstène et le béryllium), en passant par les plasmas de bords (rôle des neutres spectroscopie, rayonnement, gaines), les plasmas poudreux et les sources d'ions négatifs pour l'injection de neutres rapides.

Lors du précédent contrat, certaines thématiques ont pris de l'ampleur ou vu le jour. C'est le cas par exemple des recherches visant à simuler en laboratoire les interactions entre des analogues de glaces interstellaires/cométaires/ aérosols et leur environnement (rayonnement UV ou VUV, effet thermique). C'est également le cas des recherches sur les molécules aromatiques protonées, basées sur une expertise sur les molécules isolées à basse température (matrice cryogénique de gaz rare, jets supersoniques, trappe à ions).

La production scientifique du PIIM est excellente, sur le plan quantitatif (450 publications sur le mandat) comme sur le plan qualitatif (des revues de premier plan comme, par exemple, *Physical Review Letters*, *Angew. Chem.*, *J. Phys. Chem. Lett.*, etc.) et elle est en augmentation de 20 % par rapport au contrat précédent. Les chercheurs et enseignants-chercheurs du PIIM sont invités dans les plus grandes conférences des disciplines concernées et l'attractivité du laboratoire se mesure par exemple par le grand nombre de post-doctorants qui y travaillent ou le nombre impressionnant de collaborations internationales avec de grands pays du domaine (Allemagne, Japon, Argentine), matérialisées entre autres par deux Laboratoires Internationaux Associés (LIA). Le laboratoire forme également un nombre significatif de doctorants.

Le PIIM s'est pleinement adapté et a même fortement contribué à la nouvelle structuration locale de la recherche avec la création d'Aix-Marseille Université (AMU) et la pérennisation de l'IDEX A\*Midex. Ce contexte local a apporté de nouveaux financements au PIIM (fondation AMU et fondation universitaire A\*Midex) qui a été lauréat d'un grand nombre d'appels d'offre, et notamment de deux chaires (« Excellence » et « Étoile montante ») qui ont permis de recruter de jeunes chercheurs talentueux. Ce nouveau paysage ne semble pas avoir déstabilisé le laboratoire qui, grâce à son dynamisme, a su conserver une place de choix à Marseille.

L'avis global est donc extrêmement positif et le PIIM est bien armé pour aborder le prochain contrat sereinement et maintenir son statut de laboratoire phare d'AMU, ainsi que son excellent positionnement national et international. Il existe malgré tout quelques risques liés au contexte local et global que la future direction devra anticiper et maîtriser :

- (i) le départ en retraite (proche ou effectif) de quelques chercheurs clés du PIIM pourrait fragiliser certains thèmes phares ;
- (ii) le relatif éclatement du laboratoire sur plusieurs bâtiments impose un effort particulier d'animation et de communication au sein du laboratoire. Cet effort doit être permanent ;
- (iii) le nombre de doctorants est satisfaisant, mais doit se maintenir, voire augmenter. Vu le nombre de financements délivrés par les Écoles Doctorales (ED), il est indispensable d'inclure le financement de

thèses dans les réponses aux Appels d'Offre (AO) qui le permettent, voire de répondre à des AO spécifiques (de type européens ITN par exemple) ;

- (iv) le financement sur AO compétitifs (A\*Midex et EUROfusion par exemple) impose aux chercheurs et enseignants-chercheurs du PIIM de renouveler très régulièrement leurs thématiques au risque de fragiliser les recherches fondamentales à long terme. Le PIIM n'est pas singulier sur ce plan, mais l'importance très grande d'EUROfusion et des crédits A\*Midex sur le financement impose une vigilance particulière et la nécessité de maintenir voire d'accroître l'importance des sources de financements plus généralistes (Agence Nationale de la Recherche (ANR) et European Research Council (ERC) par exemple).