

HCERES

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

Département d'Évaluation de la Recherche

Évaluation de l'unité :

Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés

Propres

M2P2

sous tutelle des
établissements et organismes :

Aix-Marseille Université

École Centrale Marseille

Centre National de la 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,¹

Michel Cosnard, président

Au nom du comité d'experts,²

Éric Climent, président du comité

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

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

² 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 : Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres

Acronyme de l'unité : M2P2

Label demandé : UMR

N° actuel : 7340

**Nom du directeur
(2016-2017) :** M. Pierre SAGAUT

**Nom du porteur de projet
(2018-2022) :** M. Pierre SAGAUT

Membres du comité d'experts

Président : M. Éric CLIMENT, INP Toulouse

Experts : M. Patrick BEGOU, CNRS (représentant des personnels d'appui à la recherche)

M. Jacques BOREE, ENSMA (représentant du CoNRS)

M. Fabien GODEFERD, CNRS

M. Benoît HAUT, Université libre de Bruxelles, Belgique

M. Pierre LE CLOIREC, ENSC Rennes

M. Michel MEYER, INP Toulouse (représentant du CNU)

M. Marc RABAUD, Université Paris-Sud

Délégué scientifique représentant du HCERES :

M. Hassan PEERHOSSAINI

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Pierre CHIAPPETTA, AMU

M. Bruno COCHELIN, ECM

M^{me} Martine MEIRELES, CNRS

Directeurs ou représentants de l'École Doctorale :

M. Ludovic ESCOUBAS, ED n° 353, « Sciences pour l'Ingénieur : Mécanique, Physique, Micro et Nanoélectronique »

M^{me} Catherine KELLER, ED n° 251, « Sciences de l'Environnement »

1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Le laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres (M2P2) est issu de la fusion en 2004 de deux unités ayant des spécialités différentes : Mécanique (CNU 60) et Génie des procédés (CNU 62). Ce laboratoire bénéficie d'une triple tutelle : Aix-Marseille Université (AMU), École Centrale Marseille (ECM) et le CNRS (INSIS - section 10). Ses activités sont centrées sur la simulation en mécanique des fluides et le génie des procédés qui étaient initialement séparées dans deux départements distincts, eux-mêmes composés d'équipes thématiques. Ce laboratoire a été restructuré en 2015 sous l'impulsion de la direction actuelle autour de 6 équipes de recherche pour accroître sa lisibilité scientifique et thématique. Environ 100 personnes, dont 44 permanents, sont réparties pour les 2/3 sur le site de Château-Gombert à Marseille et pour 1/3 sur celui de Europôle de l'Arbois à Aix-en-Provence (à 37 km, soit environ 1h de trajet). Un projet de regroupement géographique et d'accroissement des surfaces est en cours pour faire face à l'augmentation des effectifs et permettre le rapatriement d'équipements expérimentaux sur un site unique. Ces locaux sont situés dans les bâtiments de l'École Centrale de Marseille (ECM) et nécessitent un rafraîchissement pour la partie bureaux ainsi que des investissements importants pour l'accueil des dispositifs expérimentaux situés sur le site d'Arbois.

La dernière évaluation AERES de ce laboratoire a eu lieu en janvier 2011.

Équipe de direction

L'équipe de direction est composée depuis 2015 d'un directeur d'unité (M. Pierre SAGAUT) et d'un directeur adjoint (M. Olivier BOUTIN). Cette équipe a été complétée récemment (automne 2016) par le recrutement d'une responsable administrative (M^{me} Sophie BAUDIN) occupant les fonctions de secrétaire générale.

Nomenclature HCERES

ST5 (Sciences Pour l'Ingénieur, SPI).

Domaine d'activité

Les activités du M2P2 se répartissent en deux grands champs thématiques :

- La modélisation en mécanique (mécanique des fluides, mais pas uniquement). Cette activité essentiellement numérique et théorique a de nombreux champs d'application (transports, défense, combustion et feux, plasmas, biomécanique) et conduit à des travaux ayant pour objectif l'accroissement des connaissances (mécanismes physiques, méthodes numériques dédiées) ou à des relations suivies avec des partenaires industriels variés ayant des problématiques complexes ;
- le développement de procédés intégrant les contraintes environnementales. Ces activités ont une forte composante expérimentale et touchent à trois grands domaines tels que l'environnement, l'énergie et l'ingénierie de la santé. L'activité de recherche partenariale est soutenue par la mise en place d'outils de modélisation permettant le dimensionnement, l'optimisation des procédés et le transfert de technologie.

Il faut noter que ces deux thèmes ne sont pas totalement disjoints, car plusieurs activités de recherche bénéficient du positionnement du M2P2 à l'interface de ces deux disciplines (Mécanique / Génie des Procédés) en particulier dans le domaine de la santé (étude du transport du mucus bronchique) ou de la modélisation des transferts couplés (cas d'écoulements de fluides supercritiques ou filtration membranaire). Une des six équipes est composée de membres de ces deux communautés.

Le laboratoire est composé de six équipes :

- ITC (Instabilité, Turbulence et Contrôle), site Château-Gombert ;
- TONIC (Thermodynamique, Ondes, Numérique, Interfaces, Combustion), site Château-Gombert ;
- PROMETHEE (Procédés et Mécanique aux petites échelles), site Château-Gombert ;

- EPM (Équipe Procédés Membranaires), site Arbois ;
- TED (Traitement des Eaux et Déchets), site Arbois ;
- FSC (Fluides Supercritiques), site Arbois.

Effectifs de l'unité

Composition de l'unité	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	34	31
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	8	9
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	5	7
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)	17	
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)	4	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	
N7 : Doctorants	38	
TOTAL N1 à N7	109	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	20	

Bilan de l'unité	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	47
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	41
Nombre d'HDR soutenues	4

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

Les activités scientifiques du M2P2 sont positionnées sur deux thématiques de référence, la Mécanique des Fluides (au sens large, incluant les milieux réactifs, les feux, les plasmas, les milieux hétérogènes et les fluides complexes ...) et le Génie des Procédés (essentiellement tourné vers les procédés de traitement des eaux et des effluents et les procédés ayant des applications médicales ou pharmaceutiques). Plusieurs méthodologies sont mises en œuvre avec une forte prédominance pour la simulation numérique et la modélisation des écoulements en mécanique des fluides (turbulents, réactifs en présence de transferts couplés) et une activité expérimentale soutenue en génie des procédés (expériences allant du dispositif de laboratoire jusqu'à des pilotes de grande taille ou même des dispositifs opérationnels pouvant être installés sur les sites de production). Il faut noter que ces activités sont conduites sur deux sites géographiques, ce qui n'aide pas à la construction d'axes transversaux qui tireraient parti du potentiel de recherche en Mécanique & Procédés.

Ces activités allient donc des objectifs de développements méthodologiques ou théoriques ayant pour but l'accroissement des connaissances, mais aussi la réponse à des problématiques concrètes issues des partenaires industriels ou institutionnels. Les sources de financement sont donc variées allant de financements publics (ANR, Chaire IDEX, projets de Région et FUI ...) jusqu'à de la recherche contractuelle en lien direct avec les industriels. Il y a de fortes hétérogénéités tant sur les montants que sur la répartition de ces crédits dans les différentes équipes. Cette disparité de financement se ressent sur l'activité et la production scientifique. Le Laboratoire doit être vigilant sur ces aspects et la politique de gestion des moyens financiers et des personnels mutualisés doit tenter de limiter ces écarts pour maintenir une dynamique collective.

Au cours des dernières années, le Laboratoire a vu son périmètre évoluer de façon notable. On peut noter une croissance importante du nombre des enseignants-chercheurs en génie des procédés. D'autre part, plusieurs membres permanents de stature nationale, voire internationale, ont quitté le M2P2, et un autre y est arrivé (le directeur actuel). Concernant les personnels d'appui à la recherche (tant sur le plan du soutien technique qu'administratif), le laboratoire a fonctionné pendant plusieurs années sur un mode dégradé. Le recours à des personnels en CDD sur ressources propres et le soutien des tutelles ont permis de retrouver un niveau d'encadrement en gestion (gestion financière, ressources humaines, communication), service technique et informatique plus adéquat. La situation semble maintenant stabilisée même si une faiblesse subsiste quant au soutien technique aux expérimentations. Il faudra veiller, en lien avec les tutelles, à ce que cela ne se dégrade pas à nouveau suite à des départs en retraite ou des mutations. L'équilibre est fragile.

Du point de vue de l'activité de recherche, la direction du M2P2 a conduit une réorganisation des équipes et une évolution de la politique scientifique (ceci était une recommandation de la précédente évaluation). Ces modifications sont accompagnées d'un renforcement de la fréquence de réunions des instances de gouvernance (conseil de laboratoire, conseil de direction) et de pilotage (ou fonctionnement) ainsi que des journées d'animation scientifique. Toutes ces évolutions sont positives et largement partagées par toutes les catégories de personnel (chercheurs, enseignants-chercheurs et les personnels d'appui à la recherche). L'accueil de professeurs visiteurs devra être renforcé et le M2P2 devra aussi s'impliquer plus fortement dans l'organisation de séminaires en lien avec les autres laboratoires membres de la fédération Fabri de Peiresec.

La direction du M2P2 envisage un projet de regroupement de ses activités sur un seul site. Des réflexions déjà bien avancées ont conduit à sélectionner le site de Château-Gombert et en particulier des locaux de l'ECM libérés récemment. Ces locaux sont composés de zones pour les activités numériques, mais aussi de halls d'expérimentation de dimensions adéquates. Tous les personnels s'inscrivent dans cette perspective, en particulier ceux qui sont actuellement installés sur le site de la Technopole de l'Arbois. Les enseignants-chercheurs doivent se déplacer sur Marseille pour leurs enseignements et les locaux du site Arbois sont devenus exigus tant pour les bureaux (augmentation des effectifs de personnel) que pour les dispositifs expérimentaux (certains de grande dimension). Pour l'instant, les locaux de l'ECM pourraient accueillir les personnels (moyennant un rafraîchissement nécessaire des pièces et une amélioration des moyens de connexion aux services numériques régionaux). Il faut trouver les moyens d'assurer ce regroupement pour que le Laboratoire ne voit pas son activité en génie des procédés divisée entre les deux sites sur une période prolongée. Les investissements sont conséquents, mais l'avenir du Laboratoire en dépend.

Un point d'attention sérieux concerne la sécurité au laboratoire, même s'il n'y a aucun incident grave ou accident à déplorer sur la période. Ceci concerne essentiellement les trois équipes du site de l'Arbois (il y a peu ou pas d'activités expérimentales en Mécanique). La visite du laboratoire a montré un lieu dans lequel de nombreux

problèmes de sécurité apparaissent (espace exigü, ventilations inadaptées, stockage des produits inadapté ...). Il est à noter que les autorités du laboratoire et l'agent de prévention du laboratoire sont parfaitement conscients de ce problème, qui n'est pas à leur imputer. Il résulte avant tout d'un manque de personnel en support technique, d'un manque de place au regard du nombre de permanents et d'une infrastructure/gestion de la sécurité par les tutelles, défailante : signalétique inadaptée, systèmes de ventilation inadaptés, pas de local adapté pour le stockage des produits chimiques, pas de contrôle périodique des installations et de leur mise aux normes. La direction du laboratoire doit tout mettre en œuvre pour assurer la sécurité des personnels et des matériels et solliciter le soutien des agents de prévention des trois tutelles pour améliorer les conditions de travail.

Les points forts de l'unité sont les suivants :

- le M2P2 jouit d'une bonne production scientifique tant sur le plan des articles internationaux à comité de lecture (avec une moyenne de 2,5 ACL / ETP / an) que sur la formation par la recherche (47 soutenances de thèse et 41 post-doctorants accueillis sur la période). Près de 50 % des ACL sont issus de collaborations internationales, preuve du rayonnement du M2P2 dans ses disciplines de référence ;
- l'activité de recherche est financée par diverses sources de financement et on peut noter en particulier une très bonne activité de recherche partenariale (environ 1/3 des 9 M€ du budget du laboratoire est issu de collaborations avec des industriels ou des EPIC). Cette activité conduit au développement d'outils de simulation ayant vocation à être utilisés par les partenaires. Sur le plan expérimental, certains procédés qui ont été dimensionnés dans le cadre de collaborations sont directement installés sur site de production. Le M2P2 est en prise directe avec les acteurs socio-économiques locaux et tire ainsi partie de sa capacité à s'impliquer dans des projets interdisciplinaires ;
- plusieurs membres séniors du M2P2 ont une stature nationale, voire internationale, et ont développé un réseau de collaborations académiques et industrielles qui drainent de nombreux projets. Ces personnalités scientifiques participent au rayonnement du M2P2 par l'organisation de congrès ou autres manifestations scientifiques. Plusieurs départs de membres séniors sont prévus, il faudra veiller à ce que les activités de référence du M2P2 ne se dispersent pas ;
- la croissance des effectifs (environ 10 % sur la période) montre l'attractivité du laboratoire et la confiance que lui confèrent ses tutelles. Il faut que cette croissance en personnel de recherche soit accompagnée par des moyens matériels et des personnels d'appui à la recherche adéquats.

Les points faibles sont les suivants :

- même si la recherche est très active globalement au M2P2, on observe de fortes hétérogénéités entre les équipes (le taux de publication en ACL / ETP / an varie de 1,3 à 4,5) en termes de publications et de ressources propres issues d'appels à projets ou de recherche partenariale ;
- la répartition géographique sur deux sites (Europole de l'Arbois à 37 km du campus de Château-Gombert) est indéniablement un handicap pour le développement d'activités de recherche transversales à la Mécanique et au Génie des Procédés. Les interactions entre équipes sont faibles, car la séparation est de double nature : l'activité en Mécanique est essentiellement numérique et l'activité en Procédés est essentiellement expérimentale. Seule une équipe est composée de personnels de ces deux communautés. On peut néanmoins noter quelques activités transverses de bonne qualité ;
- le niveau d'encadrement technique est très faible aussi bien du côté expérimental (1,5 ETP dont 0,5 prétendent à la retraite sur la période à venir) que numérique avec un seul informaticien associé à un personnel en CDD financé sur ressources propres pour environ 100 personnes sur deux sites distants. Il n'y a plus aucun soutien en calcul scientifique et une disparition programmée, par manque de moyens humains, des ressources internes de calcul. Ces moyens de calcul sont partiellement remplacés par l'accès au mésocentre de l'AMU d'une performance modeste ;
- certains personnels sont très fortement investis dans des responsabilités collectives ou en enseignement. Ceci a un impact négatif sur leur activité de recherche. Il faut particulièrement être vigilant à ce que les membres juniors et les nouveaux recrutés puissent bénéficier de décharges d'enseignement afin de bien démarrer leur activité de recherche. Du fait qu'il n'y ait aucun chercheur CNRS en génie des procédés, les activités de recherche sont fortement tributaires de la disponibilité des enseignants-chercheurs.

Les recommandations sont les suivantes :

- les perspectives du M2P2 sont prometteuses. La direction en place qui conduira le projet sur le prochain mandat a su donner un souffle nouveau au fonctionnement de l'unité et à son animation scientifique. Les personnels sont fortement incités à déposer des projets dans un environnement très compétitif. La stabilisation des services support permet d'envisager l'avenir de façon plus sereine. Le projet proposé est basé sur une analyse détaillée des forces et des faiblesses de ce laboratoire composé de personnels de deux communautés scientifiques qui devraient interagir plus fortement soit sur des activités déjà existantes soit par le biais de futurs recrutements orientés sur des thématiques transverses. L'utilisation des dotations du laboratoire et d'un budget mutualisé permettrait de renforcer certaines actions qui ont été initiées (appel à projets internes, journées d'animation scientifique, accueil de professeurs invités ...) ;
- le M2P2 revendique un large spectre d'activités de recherche, mais possède un potentiel humain limité. Si le M2P2 souhaite être un laboratoire de référence incontournable en Sciences de l'Ingénieur, tant sur le plan académique que sur celui de la recherche partenariale et du transfert vers le secteur privé, il faudrait que le travail déjà entamé pour recentrer ses activités sur quelques axes forts soit poursuivi au cours de la prochaine période. La structuration en six équipes peut poser question, car certaines de ces équipes ont un nombre d'ETP recherche très réduit malgré de nombreuses thématiques de recherche ;
- le Laboratoire M2P2 a un projet de regroupement sur un site unique. Ceci va sans aucun doute favoriser les liens et les collaborations entre les différents personnels des équipes. Cela ne garantit pas à coup sûr des collaborations. Il faudrait qu'il y ait une réelle volonté des acteurs et que la direction suscite et accompagne ces initiatives qui donneront tout son intérêt à un laboratoire à l'interface de la Mécanique et des Procédés. De plus, le M2P2 doit continuer à développer des liens étroits avec les autres unités sur le site de Château-Gombert (IRPHE, IUSTI, LMA). Il pourrait ainsi bénéficier du cadre de la fédération Fabri de Peiresc ou du Labex (Mécanique & Complexité) pour développer des synergies (activités expérimentales / numériques) sur des activités menées actuellement au M2P2 et pourrait se positionner au niveau national sur des thématiques pour lesquelles il n'a pas encore la masse critique.