



**HAL**  
open science

## MathSyst - Mathématiques et systèmes

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. MathSyst - Mathématiques et systèmes. 2014, Mines ParisTech. hceres-02031653

**HAL Id: hceres-02031653**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02031653>**

Submitted on 20 Feb 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :  
Mathématiques et Systèmes  
sous tutelle des  
établissements et organismes :  
MINES ParisTech



Janvier 2014



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 2006<sup>1</sup>,*

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

*Au nom du comité d'experts,*

- M. Jean-Paul LAUMOND, président du  
comité

---

<sup>1</sup> 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 : Unité de Recherche Mathématiques et Systèmes

Label demandé : UR

N° actuel :

Nom du directeur  
(2013-2014) : M. Pierre ROUCHON

Nom du porteur de projet  
(2015-2019) : M. Pierre ROUCHON

## Membres du comité d'experts

Président : M. Jean-Paul LAUMOND, CNRS, Toulouse

Experts :

- M. Philippe CLAUSS, Université de Strasbourg
- M. Philippe MARTINET, Université de Nantes
- M. Jean PONCE, École Normale Supérieure, Paris
- M. Christophe PRIEUR, CNRS, Grenoble
- M. Yves SMEERS, Université Catholique de Louvain, Belgique

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean-Marc CHASSERY

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Damien GOETZ, MINES ParisTech

M<sup>me</sup> Régine MOLINS, MINES ParisTech (directrice de l'École Doctorale n°432 - Sciences des Métiers de l'Ingénieur)



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

L'unité de recherche Mathématiques et Systèmes de MINES ParisTech est rattachée au département d'enseignement et de recherche Mathématiques et Systèmes. Ce département est composé de six équipes, appelées « centres », dont cinq seulement font l'objet de l'évaluation (le centre de robotique CAOR, le centre d'automatique et systèmes CAS, le centre de mathématiques appliquées CMA, le centre de morphologie mathématique CMM, le centre de recherche en informatique CRI). La sixième équipe (le centre de bio-informatique CBIO) a été évaluée avec l'institut Curie lors de la vague D en 2012.

Jusqu'en 2008, date de la première évaluation de l'unité, les cinq centres jouissaient d'une totale autonomie, et l'unité de recherche apparaissait comme une simple juxtaposition. C'est à cette époque qu'apparaît la volonté de l'école de créer une unité à part entière, de taille moyenne, d'une centaine de personnes afin de gagner en visibilité, mutualiser des moyens et susciter des collaborations entre les centres. Les activités de l'unité sont présentées comment ayant trait à trois domaines scientifiques (la commande des systèmes et l'optimisation, le traitement d'images et les langages pour les technologies de l'information), sans pour autant que cette structuration en trois domaines ait un impact sur l'organisation de l'unité.

### Équipe de direction

La mission de mise en place de l'unité a été confiée à M. Pierre ROUCHON en 2007. Il assure la direction de l'unité. Chaque centre est dirigé par un chef de centre et possède son organisation propre compte tenu en particulier des implantations géographiques sur plusieurs sites (Paris, Fontainebleau, Sophia-Antipolis). Le responsable de l'UR Mathématiques et Systèmes est aussi responsable du département d'enseignement et de recherche. Il n'occupe pas de position hiérarchique vis à vis des cinq chefs de centre. Il assure seulement des fonctions de coordination, s'appuyant sur une équipe resserrée de trois personnes, en charge respectivement des questions d'enseignement, des questions liées aux doctorants de l'unité, et de l'arbitrage pour l'attribution des financements entre les laboratoires de l'institut Carnot M.I.N.E.S.

La structure opérationnelle de l'unité est ainsi répartie au niveau des centres. Il n'y a par exemple pas de budget propre dédié à la direction de l'unité, ni de structure consultative de type conseil de laboratoire. La coordination entre centres au sein de l'unité est « légère », revendiquée comme telle, et repose sur l'organisation d'un séminaire scientifique mensuel et d'une réunion trimestrielle au niveau de l'unité. L'évaluation des doctorants en fin de première année est commune à l'ensemble de l'unité.

Les financements externes sont gérés sous le couvert d'ARMINES directement par les chefs de centre.

### Nomenclature AERES

ST5 Sciences pour l'Ingénieur

ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication



## Effectifs de l'unité

| Effectifs de l'unité   | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|--|----------------------|----------------------|
| <b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 15                   | 15                   |
| <b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        | 28                   | 27                   |
| <b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       | 11                   | 11                   |
| <b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            | 1                    |                      |
| <b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 15                   |                      |
| <b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     | 3                    |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>   | <b>73</b>            | <b>53</b>            |

| Effectifs de l'unité  | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 55                   |                      |
| Thèses soutenues  | 86                   |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   | 2                    |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      | 7                    |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 22                   | 22                   |



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

MINES ParisTech se définit comme une « entreprise académique » et assigne à ses unités de recherche trois missions principales : la production de savoir, l'enseignement et le partenariat avec les acteurs du monde socio-économique. Les cinq centres rattachés à l'unité Mathématiques et Systèmes ont une tradition d'excellence, qui reste avérée durant la période, pour ce qui est de la qualité des formations qu'ils animent, ainsi que pour la qualité des partenariats industriels qu'ils conduisent au sein de l'association ARMINES, structure de recherche contractuelle. Un des objectifs du regroupement des cinq centres au sein d'une même unité était d'améliorer la production scientifique des centres et leur rayonnement académique. Évalué globalement, l'objectif est largement atteint comme en témoigne le nombre des publications de l'unité qui a augmenté de manière très sensible ; si leur qualité est variée, elle atteint souvent l'excellence. Le regroupement a par ailleurs favorisé de nouvelles collaborations inter-centres.

Cette dynamique doit être maintenue et confortée. Sans remettre en cause l'indépendance opérationnelle des centres et le principe de collégialité qui font leurs preuves, l'unité a tout à gagner à définir une politique scientifique renforcée, centrée sur ses fondamentaux en matière de modélisation mathématique, et visant l'excellence scientifique à la fois pour la commande des systèmes complexes, naturels et artificiels, l'étude et l'optimisation des propriétés physiques des matériaux, et pour la compréhension des systèmes économiques et énergétiques.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Pour mener sa politique, l'unité possède des atouts qu'il s'agira d'exploiter, bénéficiant par ailleurs d'une conjoncture favorable à la réflexion du fait de la réorganisation des structures d'enseignement et de recherche en Ile de France.

Le premier atout de l'unité est la cohésion, palpable lors de la visite, de l'ensemble des personnels autour des équipes de direction des centres et de l'unité. Les prises de décision sont collégiales et ne s'appuient pas sur d'inutiles niveaux de hiérarchie entre la direction de l'unité et les chefs de centres.

Le deuxième atout est le positionnement original de MINES ParisTech qui, du fait de son ministère de tutelle, a conduit au développement d'une recherche partenariale avec le monde socio-économique beaucoup plus forte que dans bon nombre d'unités de recherche traitant de domaines similaires, amenant l'école au premier rang des instituts Carnot.

### Points faibles et risques liés au contexte

Si la forte implication de l'unité dans les partenariats industriels est un point positif, elle a néanmoins son pendant négatif lorsqu'elle s'accompagne de dispersions sur des contrats qui tiennent plus de l'activité de service que de l'activité de recherche et développement. L'unité doit veiller à ne pas se disperser dans des thématiques trop nombreuses ou des actions de recherche moins fécondes en retombées académiques.

La possibilité de recruter du personnel permanent sur École ou sur fonds propres Armines a été dès l'origine un des vecteurs de développement de la recherche à l'École. Dans un contexte de baisse des dotations et d'un contexte d'emploi d'une part, et d'évolution de l'écosystème de la recherche d'autre part, l'unité devra être particulièrement attentive à maintenir une répartition de ces types de postes qui soit compatible avec une recherche de qualité, ainsi que des niveaux d'exigence équivalents dans les processus de recrutement respectif.

### Recommandations

Le comité d'experts encourage l'unité à veiller à la pertinence des contrats industriels, en poursuivant les partenariats qui contribuent à sa réputation et à son rayonnement, et en se concentrant sur eux seuls.

Il l'encourage par ailleurs à mieux exploiter les ressources offertes par les programmes de soutien à la recherche, qu'ils soient nationaux avec l'ANR ou européens dans le contexte du septième programme cadre, des programmes Horizon 2020 et de l'ERC. L'excellence scientifique de certains des thèmes de l'unité mérite d'être mieux exploitée.



La réputation de l'unité s'est construite sur plusieurs succès qui lui ont donné une très grande visibilité et qui sont à l'origine d'écoles de pensée qui ont très largement fait leur preuve. Or on assiste aujourd'hui à l'émergence de nouvelles approches scientifiques dont le rapport et les exposés témoignent qu'elles sont bien identifiées, comme concurrentes de disciplines bien établies et maîtrisées dans l'unité. Cette concurrence ne doit pas être vécue comme une menace. Elle doit au contraire stimuler la réflexion. La pyramide des âges actuelle impose un renouvellement des personnels. Ce renouvellement constitue un volant pour la réflexion. C'est à travers la définition des profils de postes en recherche que se conforteront ou se renouvelleront les thématiques de l'unité ainsi que leurs champs applicatifs.

Par ailleurs, la mise en place des partenariats au sein des nouveaux réseaux nationaux, en particulier l'initiative d'excellence Paris Sciences et Lettres (PSL) et l'Institut Mines-Télécom regroupant les écoles sous tutelle du ministère du Redressement Productif, impose aux départements de l'école une évolution sur leur fonctionnement et leur rôle, tendant à renforcer le caractère académique des recherches qui y sont conduites. Il y a là une autre opportunité de cadrage, pour les chefs de centres et la direction de l'unité, dans l'établissement de leur politique scientifique.

Notons que la délicate question de la pérennisation des postes ARMINES doit être arbitrée au niveau de la direction de l'unité et non au niveau des seuls centres.

En conclusion, le comité d'experts considère que le regroupement en 2008 des cinq centres qui constituent l'unité est un plein succès. Ce regroupement a créé une dynamique tendant à mieux équilibrer les trois missions de l'unité au profit de la recherche académique. C'est cette dynamique qu'il s'agit de poursuivre, sans abandonner pour autant son modèle original de recherche orientée vers les applications. Pour cela l'unité doit s'appuyer sur le socle solide de ses personnels et travailler à leur nécessaire renforcement imposé par la pyramide des âges. Elle doit tirer bénéfice d'une part de la qualité de ses formations pour attirer les meilleurs étudiants, d'autre part d'un contexte favorable au travers de PSL, tirant vers l'excellence scientifique dans les domaines des mathématiques appliquées et de la science informatique qui font la réputation de l'unité.



### 3 • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La structuration de l'unité en domaines scientifiques tels que présentés dans le rapport (commande et optimisation, traitement d'images et langages pour les technologies de l'information) apparaît quelque peu artificielle. Elle n'a d'ailleurs pas été reprise par le directeur de l'unité lors de la présentation orale. Les champs scientifiques des cinq centres partagent un large corpus de mathématiques appliquées en commande et en optimisation (à la fois pour les systèmes continus et les systèmes discrets), et de science informatique dans ses dimensions algorithmiques et calcul temps réel.

Prises dans leur ensemble, les recherches conduites par l'unité n'ont pas subi de rupture thématique ou méthodologique majeure dans la période écoulée. Elles se développent sur un socle qui a fait la réputation de l'unité, avec des impacts au sein du monde académique qui vont d'excellents à bons suivant les thèmes.

Évaluée globalement sur le seul critère des publications, la production scientifique de l'unité est très bonne, mais hétérogène avec des disparités entre les centres. Le nombre des publications en revues internationales a considérablement augmenté, une performance qu'il s'agit de saluer, même s'il reste encore des marges de progression en termes de qualité des revues dans certains domaines, comme le montre l'analyse détaillée par centres.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le rayonnement global de l'unité est acquis grâce à plusieurs contributions scientifiques majeures à grande visibilité internationale.

L'unité est dans l'ensemble bien impliquée dans l'animation de réseaux académiques et dans les activités d'expertise. Elle est leader dans certains réseaux nationaux, mais gagnerait en visibilité en s'engageant davantage, et en prenant des responsabilités dans les sociétés savantes internationales couvrant ses thématiques. Il y a par exemple peu d'enseignants-chercheurs Fellow de l'IEEE, de l'ACM ou de l'IFAC, malgré un vivier certain de candidats.

Les thèses soutenues sont de bonne qualité comme en témoigne la variété des prix.

L'unité attire des doctorants et post-doctorants étrangers dans une bonne proportion, mais assez peu de chercheurs confirmés de renom.

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

L'interaction avec l'environnement social et économique est sans conteste le point fort de l'unité. La plupart des opérations de transfert sont remarquables de pertinence et de qualité. Avec un montant annuel moyen de plus de 4 millions d'euros de ressources contractuelles, dont près de la moitié issue de contrats industriels, l'unité répond pleinement à sa mission d'«entreprise de recherche». La mise en place de chaires sur financement privé témoigne de l'attractivité de l'unité. Le nombre des brevets et l'essaimage sous forme de création d'entreprises sont d'autres témoignages de cette dynamique, dont on a dit par ailleurs qu'elle nécessitait un contrôle attentif afin d'éviter que le pilotage financier l'emporte sur le pilotage scientifique.

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

«L'organisation n'est pas la vie, mais la vie s'organise» est la formule utilisée par son directeur pour présenter l'organisation de l'unité. Les principes de subsidiarité et de collégialité en sont les moteurs. Chaque chef de centre est responsable de l'équilibre budgétaire de ses ressources externes gérées par ARMINES. Le directeur de l'unité s'appuie sur une cellule restreinte de trois collègues traitant respectivement des politiques d'enseignement, de la relation avec les étudiants et des arbitrages avec l'institut Carnot. Le directeur convoque une réunion de l'unité Mathématiques et Systèmes tous les trois mois.

Cette organisation légère fait ses preuves (la rencontre avec les personnels des différents centres a confirmé ce sentiment), et le rôle du directeur de l'unité doit être ici salué.



### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'implication de l'unité dans la formation par la recherche est excellente.

Les enseignants-chercheurs de l'unité sont globalement très impliqués dans les cours doctoraux et animent plusieurs spécialités.

Une vingtaine de thèses sont soutenues en moyenne par an au sein de l'unité qui accueille par ailleurs de l'ordre de huit post-doctorants et une cinquantaine de stagiaires. Les doctorants des sites de l'Île de France sont rattachés à l'École Doctorale n°432 (Sciences des Métiers de l'Ingénieur), ceux du centre de Mathématiques Appliquées sont rattachés à une formation co-accréditée localement avec l'École Doctorale n°84 (Sciences et technologies de l'information et de la communication) de l'Université de Nice Sophia-Antipolis.

Un jury réunit tous les ans l'ensemble des doctorants des centres en fin de première année de thèse. Le jury est composé du responsable de l'école doctorale, du directeur de thèse, du chef de centre et de personnalités extérieures. Le doctorant remet au jury un rapport d'une vingtaine de pages et présente un exposé d'une demi-heure.

La rencontre avec la directrice de l'école doctorale SMI a permis de confirmer le sentiment très positif du comité d'experts sur ce critère.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le directeur de l'unité entend poursuivre sa stratégie de « direction légère » privilégiant collégialité et principe de subsidiarité. La gestion opérationnelle de l'unité reste décentralisée au niveau des centres. Les chefs de centre sont le relai entre les enseignants-chercheurs et la direction de l'école et celle d'ARMINES. Conséquence de ces délégations, la stratégie de l'unité se décline selon les stratégies de ses cinq centres, évaluées ci-dessous.

Néanmoins la direction entend profiter de la réorganisation en cours au sein de l'école (réorganisation motivée par sa récente association à l'Idex PSL et basée sur une redéfinition du rôle des départements) pour afficher une politique scientifique plus axée qu'elle ne l'a été jusqu'à présent, sur ses fondamentaux conceptuels en matière de mathématiques appliquées et de science informatique. Ce recentrage doit permettre une meilleure synergie entre les centres par le partage d'un socle commun de connaissances, et permettre ainsi plus d'homogénéité au sein de l'unité en matière de qualité de la recherche. Ce recentrage est par ailleurs indispensable dans le contexte très sélectif de PSL.



## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Centre de Robotique (CAOR)

**Nom du responsable :** M. Arnaud DE LA FORTELLE

**Effectifs**

| Effectifs de l'équipe  | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|--|----------------------|----------------------|
| <b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 10                   | 10                   |
| <b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        | 4                    | 4                    |
| <b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       | 5                    | 6                    |
| <b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            | 1                    |                      |
| <b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 9                    |                      |
| <b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     | 1                    |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>   | <b>30</b>            | <b>20</b>            |

| Effectifs de l'équipe                                       | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 23                   |                      |
| Thèses soutenues  | 32                   |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   | 2                    |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      | 2                    |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 5                    | 5                    |



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les recherches effectuées dans l'équipe CAOR s'organisent autour de 6 axes principaux : Contrôle, Réalité Virtuelle & interactions, Modélisation 3D d'environnements, Logistique, Robotique Mobile et Environnements Logiciels, Perception & Apprentissage. Depuis longtemps, l'équipe était déjà bien positionnée sur ces sujets avec une très forte implication contractuelle. Elle continue son développement normalement. Sur la période, il est remarquable de voir les résultats au défi Carotte (Cartographie par RObot d'un Territoire, 2 fois premier + 1 fois second), la création de deux chaires industrielles notamment dans les domaines de la réalité virtuelle et de la logistique ainsi que la création d'une startup Nexter Robotics. L'ambition affichée est de mener à la fois une recherche fondamentale et une recherche appliquée (ce qui est très bien). Sa mise en œuvre est excellente sur l'aspect recherche appliquée et moins facile à mettre en œuvre sur la recherche fondamentale même si la production scientifique est conséquente. L'activité logistique semble un peu décorrélée des autres activités.

La production scientifique est de bonne qualité dans l'ensemble. On peut remarquer un très bon positionnement en automatique de manière générale. Il y a une marge de progression dans les autres disciplines. En robotique on voit peu les meilleures revues (IJRR, TRO,...), et peu les meilleures conférences (ICRA, IROS). Le nombre de communications en conférence est trop important, ce qui, au regard du nombre d'article en journal, amène le ratio communication/journal à environ 4. Ce léger déséquilibre s'explique notamment par une implication contractuelle très forte dans l'équipe (plus prononcée du côté *Robotique mobile* et *Perception et apprentissage* que du côté *Contrôle*). Il y a un danger ici de voir s'accroître cet effet.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Les enseignants-chercheurs participent à des comités éditoriaux (et de programmes) de journaux et conférences, et à l'animation scientifique par l'organisation d'événements (workshop, colloques, école de printemps). Certains membres sont impliqués dans des organismes internationaux et nationaux liés à la recherche et à la normalisation. Beaucoup participent à des jurys de thèse et d'HDR. Les doctorants sont recrutés au niveau international (plus de 50 % sont étrangers). Un certain nombre de distinctions ont été obtenues par les permanents et doctorants. Il y a des invitations des membres de l'équipe dans des laboratoires internationaux, ainsi qu'un bon nombre de conférences invitées. Ces faits témoignent du dynamisme des permanents et de la reconnaissance scientifique effective pour assurer le rayonnement dans les thématiques choisies. En contrepartie, on ne voit pas d'invitation de personnalités scientifiques dans le centre.

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

Le centre CAOR est reconnu pour son travail en collaboration en partenariat industriel. Sur la période, le volume financier apporté par les contrats publics (ANR(14), FUI (5), FP (6),...) (environ 6M€ (Nat/Int : 4.3/1.7)) et industriels (chaires industrielles (1.9M€), contrats directs (2.1M€)) est très conséquent. Ce point est remarquable et est peut être un problème si les effectifs pour les gérer ne suivent pas. Il y a un essaimage par la création de startup et il y a eu création de deux chaires de mécénat industriel (PSA (180k€/an), Frelon (200k€/an)). Pas moins de 9 brevets et 2 logiciels ont été produits sur la période. L'exploitation d'un brevet a été cédée à la startup essaimée.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Le passage de relai qui s'est effectué au niveau de la direction en 2008 est un plein succès. Le centre organise des séminaires scientifiques réguliers, des séminaires thématiques occasionnels, et un séminaire annuel de 2 jours. Chaque permanent est laissé libre dans la direction de ses travaux. Chaque doctorant est invité à participer au moins à une conférence internationale. Tous les 3 mois, il y a une réunion de centre où sont discutés l'affectation des moyens pour les plateformes (maintien et mise à niveau) et l'équilibre budgétaire d'ARMINES (en particulier pour le montage de projets collaboratifs). Le site web est assez sobre et ne semble pas être à jour.



## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le centre est impliqué dans la formation d'ingénieurs (2 options) et dans la formation pour la recherche à travers 4 différents masters et masters spécialisés (MISL, IVE, Robotique et MVA). Ainsi, on trouve non seulement un enseignement de qualité, mais aussi un contact industriel certain via l'importante activité contractuelle. Des efforts ont été faits pour assurer la participation à la vulgarisation et à la dissémination.

## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Fort du succès rencontré dans l'exercice courant, le projet proposé concerne surtout la continuité à la fois dans les axes scientifiques et l'activité contractuelle qui représentent les points forts du centre. Il est à noter que certains permanents ont quitté le centre soit pour rejoindre INRIA, soit pour créer une entreprise. Des jeunes ont été recrutés afin de limiter l'effet des départs. L'affichage par le gouvernement du plan des 34 priorités nationales dont 5 concernent directement le centre, est une opportunité nouvelle pour poursuivre les collaborations industrielles. Néanmoins, cette opportunité ne doit pas faire retourner le laboratoire vers une activité purement de développement. Il serait sage de prévoir dans le projet d'autres recrutements permettant au contraire d'enrichir et développer les thématiques scientifiques du futur.

## Conclusion

Il est indéniable que CAOR représente un acteur majeur dans le développement de la recherche appliquée via un nombre impressionnant de contrats publics et industriels. CAOR possède une force de frappe que beaucoup de laboratoires pourraient envier. Comme cela n'est pas nouveau, il est important d'en souligner la pérennité et le succès. Concernant la recherche plus fondamentale, certaines thématiques sont plus visibles que d'autres, ce qui laisse une marge de progression dans la dissémination et le rayonnement international. La stratégie globale, qui est excellente, devrait être incitative pour renforcer la recherche plus fondamentale et le rayonnement international. Dans ce but, il est nécessaire de faire de bons recrutements et de bien sélectionner les priorités du centre dans les 34 priorités nationales affichées par le gouvernement. Cela représente à la fois un risque et une opportunité.

- **Points forts et possibilités liées au contexte :**
  - il est important de souligner la fidélisation des relations industrielles et un volume de contrats conséquent ;
  - CAOR fait apparaître une très bonne visibilité des activités Commande et Véhicules Intelligents ;
  - les plateformes sont très au point ;
  - la gouvernance de CAOR est de grande qualité.
  
- **Points faibles et risques liés au contexte :**
  - la thématique « logistique » ne semble pas être à sa place dans cette équipe ;
  - le départ des personnes est un risque ;
  - il apparaît une faible représentation dans le secteur de la robotique ;
  - trop de conférences sont au détriment des revues.
  
- **Recommandations :**
  - il importe d'augmenter la présence en robotique (Revue, conférences) ;
  - il sera opportun de développer des projets inter centres pour augmenter les synergies (CMM, CAS, CRI) ;
  - prévoir le financement de chercheurs sur des activités plus fondamentales ;
  - la thématique « logistique » pourrait se trouver plus à l'aise au CMA.

**Équipe 2 :**

Centre Automatique et Systèmes (CAS)

Nom du responsable : M. Nicolas PETIT

## Effectifs

| Effectifs de l'équipe  | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|--|----------------------|----------------------|
| <b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 2                    | 2                    |
| <b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        | 5                    | 5                    |
| <b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       |                      |                      |
| <b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            |                      |                      |
| <b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 1                    | 1                    |
| <b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     |                      |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>   | <b>8</b>             | <b>8</b>             |

| Effectifs de l'équipe                                       | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 10                   |                      |
| Thèses soutenues  | 19                   |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   |                      |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      | 1                    |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 6                    | 6                    |



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe effectue des recherches dans le domaine des observateurs invariants, de la stabilisation par retour de sortie, de la commande sous contrainte d'états, de la commande de systèmes à retard, du contrôle des équations aux dérivées partielles et des systèmes quantiques. L'équipe a su poursuivre ses efforts sur des sujets importants et déjà présents lors du précédent contrat tout en réussissant à faire émerger de nouvelles solutions à des problématiques scientifiques. Les contributions (théoriques et applicatives) sur ces thèmes ont été majeures et reconnues comme peuvent en attester les nombreuses publications dans les tous meilleurs journaux de la communauté (théorie du contrôle et applications de l'automatique). Notons le très bon ratio entre publications dans des journaux et les présentations en conférences internationales ce qui augmente l'impact et la diffusion des résultats obtenus. L'équipe est leader mondial sur ces sujets et ses membres sont souvent invités comme conférenciers pléniers dans des conférences internationales, et ont reçu de nombreux prix et distinctions. Les visites de chercheurs français et étrangers ont été très nombreuses pendant la période que ce soit pour un séminaire (un séminaire est organisé mensuellement) ou pour un séjour long.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Les membres de l'équipe exercent des responsabilités éditoriales dans les journaux scientifiques de très grande qualité. Les prix reçus témoignent de la qualité des thèses soutenues, de la position de premier plan des recherches menées dans l'équipe et aussi de la notoriété de ses membres. Les membres de l'équipe ont reçu de nombreuses invitations et ont été sollicités pour de nombreux conseils scientifiques, participations à des jurys de thèses et organisations de conférences. Tous ces éléments témoignent de la pertinence des choix de thèmes scientifiques qui ont été effectués et corroborent de l'impact des recherches menées. De nombreux post-doc ont été recrutés ou invités pendant la période, et un chercheur de haut niveau a été recruté.

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

Pas moins de 24 brevets ont été cosignés par les membres de l'équipe. De nombreux contrats de recherche publics français ou privés ont été négociés pendant la période sur des activités avec des partenaires nouveaux ou récurrents. Notons ainsi le partenariat très long que l'équipe a avec l'industrie pétrolière. Ce point est très positif car il témoigne d'une certaine pérennité des liens entretenus. Les partenaires sont variés par leur domaine d'activité (pétrole, électrotechnique) et par leur taille (Total, start-up). Notons aussi le recrutement d'anciens doctorants par les partenaires industriels, ou par des entreprises nouvellement fondées. Ce dernier point est très positif pour le maintien de relations contractuelles privilégiées.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

L'équipe organise un séminaire mensuel (dont le programme est diffusé publiquement et bénéficie à toute la communauté) et un atelier scientifique hebdomadaire. Elle bénéficie aussi d'une très grande bibliothèque propre. Le site web est régulièrement mis à jour. Il est disponible en français et en anglais et propose des éléments originaux, comme l'indexation des publications par mots-clés (on retrouve bien sûr les priorités scientifiques citées plus haut).

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe propose une formation par la recherche de très grande qualité. Les docteurs sont formés sur des sujets théoriques fondamentaux (comme la stabilisation par retour de sortie), des sujets plus récents (comme le contrôle quantique), ou via des collaborations industrielles (avec financement par le partenaire). L'équipe enseigne dans différentes écoles d'ingénieurs. Notons ainsi le succès du triangle vertueux entre « recherche académique, formation par la recherche, partenariat industriel » dont chaque sommet nourrit les deux autres, via des publications scientifiques, des contrats industriels, des thèses financées, des entreprises créées.



## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe envisage de poursuivre ses efforts de recherche sur les thèmes fondamentaux de l'automatique, et propose également la création d'une équipe projet commune avec l'INRIA et l'ENS. Les partenariats industriels seront maintenus et de nouvelles entreprises émergeront des activités de recherche de l'équipe. L'arc « Recherche fondamentale/formation par la recherche/partenariats industriels » s'en trouvera renforcé.

## Conclusion

- **Points forts et possibilités liées au contexte :**
  - parmi les points forts, on citera la qualité des recherches scientifiques, la pérennité et l'importance des contrats industriels ainsi que la valeur de la formation par la recherche dispensée par les membres ;
  - le bilan de l'équipe est extrêmement positif ;
  - le projet proposé est ambitieux et propose une continuité des recherches menées tout en faisant émerger une nouvelle équipe externe.
  
- **Points faibles et risques liés au contexte :**
  - l'équipe ne bénéficie d'aucun support à la recherche en terme de personnel administratif ;
  - les recherches actuelles et le programme de recherche proposé reposent sur un faible nombre de chercheurs. Un renforcement permettrait de pérenniser les activités et les priorités scientifiques.
  
- **Recommandations :**
  - une discussion devrait être engagée auprès de la direction des MINES ParisTech pour que l'école affecte un ITA (à temps plein ou partiel) à cette équipe, sans affecter les ressources propres du CAS (ni peser sur le budget ARMINES) ;
  - la prochaine période s'annonce sans doute importante par la nécessité de recruter plusieurs nouveaux membres de haut niveau pour veiller au renouvellement du personnel d'enseignant-chercheurs. Ces recrutements doivent être l'occasion de renforcer des compétences, par exemple sur le contrôle quantique ;
  - un effort devrait être mené vers les programmes européens (par exemple ERC) pour renforcer les activités de recherche et le soutien à la recherche. De même l'accueil d'une chaire industrielle pourrait sans doute permettre de renforcer le centre.





**Équipe 3 :** Centre Mathématiques Appliquées (CMA)

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Nadia MAIZI

**Effectifs**

| Effectifs de l'équipe  | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|--|----------------------|----------------------|
| <b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 2                    | 2                    |
| <b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        | 4                    | 4                    |
| <b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       | 3                    | 2                    |
| <b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            |                      |                      |
| <b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 2                    |                      |
| <b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     | 1                    |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>   | <b>12</b>            | <b>8</b>             |

| Effectifs de l'équipe                                       | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 8                    |                      |
| Thèses soutenues  | 10                   |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   |                      |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      | 1                    |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 3                    | 2                    |



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le CMA concentre son activité de recherche et d'enseignement sur l'analyse quantitative de questions de politique énergétique et de changement climatique. Il produit une grande gamme d'analyses à partir d'un cadre de modélisation bien développé et en organisant un enseignement du mastère spécialisé OSE (Optimisation des Systèmes Energétiques). Le CMA participe à de nombreuses conférences internationales qui lui assurent une bonne visibilité. Mais le CMA publie peu et sa production se fait principalement dans des revues qui mettent plus l'accent sur l'impact que sur la qualité « académique ». Cette situation est difficile à éviter : le centre fonctionne avec un personnel permanent relativement réduit par rapport aux tâches qu'il assume. Par ailleurs, la caractéristique de l'aide à la décision en politique énergétique et climatique est que cette aide doit venir au moment où elle est demandée et cette contrainte détermine l'utilisation des ressources.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le CMA s'est inséré dans un groupe international (les développeurs et utilisateurs de TIMES/MARKAL) et y joue un rôle national et international. Cette activité bien ciblée assure au CMA une très bonne visibilité qui ne suffit cependant pas à créer un rayonnement académique : le manque de publications marquantes fait qu'on ne voit pas de professionnels internationaux confirmés en année sabbatique visitant le CMA. Les remarques précédentes sur les possibilités du CMA de développer une activité qui assurerait ce développement s'appliquent ici.

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

L'utilisation du modèle TIMES/MARKAL a permis au CMA de développer un fort impact social, économique et culturel aux niveaux international, national et même régional. Les partenariats non académiques sont nombreux (Schneider Electric, Renault, Ademe,...) et de longue durée. L'interaction avec l'environnement économique fonctionne donc parfaitement et le transfert d'informations et la concurrence internationale opèrent par d'autres canaux que les publications académiques.

Le couplage avec les formations professionnelles par le mastère spécialisé OSE (Optimisation des Systèmes Energétiques) est de toute première qualité. Le programme de ce mastère spécialisé permet de recruter de bons étudiants visiblement très motivés et les stages de formation qui leur sont proposés sont de grande actualité. Par ailleurs ces étudiants sont impliqués dans diverses activités de vulgarisation. Ces étudiants sont donc mis en contact avec un enseignement technique, des stages industriels de qualité tout en étant impliqués dans une activité de communication qui est de première importance en politique énergétique et de changement climatique.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Le CMA est centré sur son activité TIMES/MARKAL et son mastère spécialisé OSE. L'équipe fonctionne « comme un seul homme » et avec enthousiasme par rapport à ces objectifs, tout en maintenant d'autres activités moins prioritaires. Le CMA est donc remarquablement actif mais n'exploite pas suffisamment les résultats de certains de ses travaux en vue de publications dans des revues de haut niveau. Il pourrait être plus performant en recentrant certaines activités qui se situent en dehors de ses deux objectifs principaux.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le CMA fournit tout d'abord une véritable activité d'initiation et de vulgarisation sur le site de Sophia Antipolis. Par ailleurs le mastère spécialisé OSE porte à la recherche : il est parfaitement centré sur les préoccupations de « transition énergétique », les élèves reçoivent une formation solide en méthodes et sont exposés à des questions innovantes à travers les stages. Le programme doctoral est bon mais ne produit pas assez de documents de travail et de publications de haut niveau. On retrouve le problème récurrent des ressources du CMA qui sont déjà largement sollicitées. Si le centre a pu parfaitement encadrer une recherche doctorale ne demandant pas trop de développements techniques jusque maintenant, il pourrait se trouver limité à l'avenir dans son programme de développement (sources intermittentes, fiabilité, smart grid) pour des raisons de techniques numériques.



## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le plan de développement à 5 ans met essentiellement l'accent sur les questions de politique énergétique et climatique sans ne guère mentionner d'autres activités dont on peut penser qu'elles étaient peut-être devenues périphériques à l'activité du CMA. Ce recentrage est un bon point.

Le plan mentionne le rôle central des mathématiques dans son développement mais reste vague sur le détail. Or les développements prévus (e.g. développement des intermittents à grande échelle et prise en compte de granularités très différentes dans un même modèle) peuvent rapidement devenir très techniques et demander des moyens importants ou spécialisés. Cette absence de détail est un point faible du plan.

## Conclusion

- **Points forts et possibilités liées au contexte :**
  - le CMA se présente comme un groupe très efficace : il opère dans un domaine pertinent et qui le restera. Il concentre son activité sur la prise en compte de micro problèmes à l'intérieur de modèles de prospective (ce qui est crucial dans la « transition énergétique ») ;
  - il bénéficie de fortes collaborations industrielles et offre un programme de formation qui rencontre un véritable succès. Le CMA s'est par ailleurs inséré dans de nombreux organismes d'analyse de ces problèmes au niveau national et international.
  
- **Points faibles et risques liés au contexte :**
  - le point faible du CMA est qu'il est difficile de faire rentrer un travail aussi intense dans un groupe en fin de compte assez limité. Ceci s'est traduit par une pauvreté relative dans les revues de haut niveau, avec peut être comme conséquence un manque de rayonnement qui se traduit par une absence de visiteurs académiques effectuant un séjour sabbatique au CMA ;
  - le potentiel de travaux innovants et de rupture est insuffisamment exploité ;
  - le centre pourrait se trouver limité, pour des raisons de techniques numériques, dans les analyses plus approfondies de questions relatives à son programme futur (sources intermittentes, fiabilité, smart grid).
  
- **Recommandations :**
  - il convient de réévaluer la valeur ajoutée des activités qui ne relèvent pas de l'activité principale du centre ;
  - il est utile de réfléchir à un recentrage des ressources sur l'activité principale du groupe pour développer les publications ;
  - il faut examiner la valeur ajoutée de projets tels que TOSCA où le centre ne joue pas (au vu des documents disponibles) le rôle de leader et pour lequel on ne voit pas non plus clairement la niche qu'il pourrait exploiter même sans être leader.



**Équipe 4 :** Centre de Morphologie Mathématique (CMM)

Nom du responsable : M. Fernand MEYER

Effectifs

| Effectifs de l'équipe   | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             |                      |                      |
| N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        | 10                   | 9                    |
| N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       | 1                    | 1                    |
| N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            |                      |                      |
| N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 2                    |                      |
| N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     | 1                    |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>  | <b>14</b>            | <b>10</b>            |

| Effectifs de l'équipe                                       | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 8                    |                      |
| Thèses soutenues  | 14                   |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   |                      |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      | 2                    |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 5                    | 5                    |

• **Appréciations détaillées**

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La qualité scientifique du Centre de Morphologie Mathématique (CMM) est très bonne, et reconnue au niveau international. Comme son nom l'indique, les recherches du CMM portent sur la morphologie mathématique, un domaine du traitement d'images inventé par deux membres fondateurs du CMM, dans les années 60. Elles se répartissent depuis le début entre théorie, architectures matérielle et logicielle, et applications, avec trois thématiques de recherche principales, imagerie biomédicale, matériaux et vision industrielle.



Sur la période, les travaux du CMM ont continué à porter sur la segmentation d'images et le développement d'outils, tout en proposant des extensions de la morphologie mathématique à de nouveaux domaines : images sans relation d'ordre naturel (dans l'hyperspectral en particulier), étude des propriétés physiques de matériaux hétérogènes, et apport de l'apprentissage statistique.

Le CMM est bien connu pour ses travaux sur les matériaux avec de nombreuses publications dans ce domaine interdisciplinaire. Le laboratoire est par contre peu présent dans les forums les plus importants de la vision artificielle : aucune publication dans les meilleurs congrès (CVPR, ECCV, ICCV) et revues (IJCV et PAMI) de ce domaine. Le CMM a reçu un prix à l'excellent congrès MICCAI d'imagerie médicale en 2008, mais on trouve relativement peu de publications dans ce domaine, ou dans les meilleures revues de traitement d'images : une douzaine de publications (sur 96 articles ACL) dans IEEE Trans. Image Processing, Journal of Mathematical Imaging and Vision, IEEE Trans. Medical Imaging, et Medical Image Analysis. Les autres se rapportent essentiellement aux revues liées à la morphologie mathématique, la stéréologie ou à l'analyse des matériaux. Une grande partie (peut-être trop importante ?) des communications est consacrée au colloque de la Société Internationale de la Morphologie Mathématique, elle-même créée par des membres du CMM. Il s'agit du colloque de référence dans ce domaine.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le CMM a un très bon rayonnement scientifique. Ses membres ont reçu un Prix MICCAI en 2008. Ils sont impliqués dans un master européen proposé dans le cadre de l'ECMI, European Consortium on Mathematics in Industry. Le collège doctoral franco-allemand associant MINES ParisTech, l'université de Kaiserslautern et le Franhofer ITWM finance des colloques, échanges de chercheurs et des thèses conjointes. Ils collaborent avec d'autres unités du département Mathématiques et Systèmes et avec le centre des matériaux de l'École des Mines. Ils sont également actifs dans les sociétés internationales de morphologie mathématique et de stéréologie, ainsi que dans la société savante Mecamat.

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

L'implication du CMM dans ce domaine est excellente, avec une très forte activité contractuelle, de nombreux projets de recherche (ANR, FUI, pôles de compétitivité, Institut Carnot M.I.N.E.S, contrats industriels). Ses membres ont déposé 8 brevets pendant la période d'évaluation.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

L'organisation du CMM localisé à Fontainebleau est très bonne. Le centre compte 10 permanents et une douzaine de doctorants. Ses membres permanents se réunissent chaque semaine, et des séminaires thématiques sont organisés plusieurs fois par an, alternant invités et locaux. Tous les doctorants sont auditionnés devant un jury pour valider leur première année de thèse.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'implication du CMM dans ce domaine est excellente : le CMM participe à l'enseignement à l'École des Mines, et organise une école d'été sur la morphologie mathématique. Il est également responsable d'une spécialité doctorale en morphologie mathématique au sein de l'École Doctorale n°432, et est impliqué dans le M2 de l'Université Jean Monnet à Saint-Etienne. Quatorze thèses ont été soutenues pendant la période d'évaluation, dont près de la moitié par des étudiants étrangers.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La stratégie à cinq ans du CMM est très bonne, mais pourrait encore être améliorée dans un contexte d'ouverture.

Au niveau du projet scientifique, le dossier exprime la volonté de travailler sur un certain nombre de domaines, plutôt dans la continuité de ceux abordés dans la période précédente : morphologie mathématique non-euclidienne, prise en compte de l'incertitude, apport de l'apprentissage, implantations logicielles et matérielles pour les grands flux de données (« big data »), physique des milieux hétérogènes. A ce propos, l'intégration des techniques de l'apprentissage statistique dans le formalisme de la morphologie mathématique est citée comme un des axes de recherche futurs du CMM, mais sans détails.



Après près de 50 ans d'existence, il est peut-être temps pour le CMM d'entreprendre une réflexion stratégique sur l'avenir de la morphologie mathématique, ses relations avec des domaines d'ouverture connexes tels que la vision artificielle ou l'apprentissage statistique, et les objectifs scientifiques à privilégier. Le développement de nouveaux types de capteurs et de données, et l'intégration de l'École des Mines à PSL sont vus par les auteurs du dossier comme des opportunités dans ce domaine. Trois enseignants chercheurs permanents du CMM sur dix vont partir à la retraite pendant le prochain contrat. Il est dommage que le dossier n'offre pas de plan spécifique pour aborder ce problème important dans une politique de renouvellement.

## Conclusion

- **Points forts et possibilités liées au contexte :**
  - le CMM est reconnu depuis sa création pour ses travaux de très grande qualité dans le domaine de la morphologie mathématique, avec de nombreux résultats théoriques et réalisations industrielles ;
  - l'activité contractuelle et l'implication dans la formation par la recherche sont excellentes.
  
- **Points faibles et risques liés au contexte :**
  - il existe une véritable communauté de morphologie mathématique, surtout en Europe, et le CMM y joue à l'évidence un rôle central. Mais cette communauté est petite (une soixantaine de personnes assistent au symposium qu'elle organise tous les 18 mois), et la visibilité du CMM dans la communauté internationale beaucoup plus importante de la vision artificielle, pourtant listée comme un de ses trois champs d'applications principaux, est limitée ;
  - les chercheurs du CMM risquent de se retrouver isolés, dans un laboratoire dont la moyenne d'âge augmente, et où les activités scientifiques n'évoluent pas beaucoup dans un contexte d'ouverture.
  
- **Recommandations :**
  - le comité d'experts recommande que le CMM s'ouvre d'avantage à la communauté internationale de traitement d'images, et en particulier à la vision. Cela passe par des publications dans les grands forums de ce domaine : CVPR, ECCV, ICCV pour les congrès, IJCV et PAMI pour les revues. Le comité d'experts a d'ailleurs apprécié l'engagement pris par le CMM à ce propos lors de la visite ;
  - plus généralement, le comité d'experts recommande que le CMM entame une réflexion stratégique sur son futur, par exemple, comme on vient de l'évoquer, sur sa place dans la communauté internationale hors morphologie mathématique pure ; mais aussi sur les thèmes de recherche à privilégier (que ce soit dans le domaine des fondations mathématiques, de l'apprentissage statistique, ou des applications en imagerie biomédicale ou matériaux par exemple) ; et enfin sur le problème du renouvellement des cadres et sur la politique de recrutement.



**Équipe 5 :** Centre de Recherches en Informatique (CRI)

**Nom du responsable :** M. François IRIGOIN

**Effectifs**

| Effectifs de l'équipe  | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|--|----------------------|----------------------|
| <b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 1                    | 1                    |
| <b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        | 5                    | 5                    |
| <b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       | 2                    | 2                    |
| <b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            |                      |                      |
| <b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 1                    | 1                    |
| <b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     |                      |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>   | <b>9</b>             | <b>9</b>             |

| Effectifs de l'équipe                                       | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 6                    |                      |
| Thèses soutenues  | 11                   |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   |                      |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      | 1                    |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 3                    | 4                    |

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

À ce jour, les activités de recherche du CRI s'articulent autour de trois axes principaux : un axe porté par le responsable du centre et dédié principalement à l'analyse, l'optimisation, la compilation et la parallélisation automatique de programmes ; un axe portant principalement sur les langages spécifiques, notamment dédiés à la musique ; et un axe récent sur la preuve de programmes. En marge de ces travaux, on peut identifier un thème prospectif original, les « *serious games* », proposant l'utilisation de la musique pour le traitement des troubles du comportement, et un thème qui n'est plus couvert depuis 2011 concernant les systèmes collaboratifs, et qui était porté par l'ancien responsable du centre. On peut constater d'intéressantes interactions entre compilation et langage dédié à la musique. L'axe sur la preuve de programme, récemment introduit au CRI, doit encore affirmer sa place.

**Axe sur l'analyse et l'optimisation de programmes :** Ce groupe tient depuis longtemps un rôle de premier plan dans la communauté française de recherche en compilation de programmes. Plusieurs membres sont les auteurs de publications qui sont, pour certaines d'entre-elles, des références du domaine. Toutefois, les plus marquantes sont assez anciennes, datant d'une vingtaine d'années.

Une grande part des activités du groupe est dédiée au développement et à l'extension de la plate-forme logicielle PIPS. Celle-ci intègre de nombreuses méthodes d'analyses et de transformations source-à-source d'optimisation et de parallélisation de programmes, en langage C ou Fortran. Un effort particulier a toujours été fourni pour rendre cet outil utilisable dans un contexte industriel, sans se limiter au niveau de prototype expérimental, comme c'est souvent le cas en recherche académique. L'avantage est que PIPS a pu être utilisé dans le cadre de collaborations industrielles et académiques. L'inconvénient est que de nombreux et importants développements, ne relevant pas d'un intérêt scientifique immédiat, ont été indispensables pour que la plate-forme soit suffisante à elle-seule pour résoudre des problématiques d'optimisation et de parallélisation d'applications. Ceci a très certainement été un frein à l'originalité ou à l'aspect de rupture que l'on pourrait espérer des travaux de recherche en général. Un autre critère expliquant ce point est très certainement la nécessité de financer les activités pour une grande part à travers des collaborations industrielles, celles-ci induisant nécessairement moins de libertés qu'une recherche essentiellement académique. Mais la démarche globale est tout à fait cohérente et, dans cette cohérence, PIPS a naturellement été au cœur de la création de la start-up Silkan.

**Axe sur les langages spécifiques dédiés à la musique :** Ce groupe propose une recherche très originale en musicothérapie. Appelée « *serious games* », cette activité donne lieu à des collaborations pluri-disciplinaires (milieu hospitalier, IRCAM) et à des expérimentations en environnement réel. Ces travaux ont obtenu le prix Charles Foix ainsi que le financement d'une campagne clinique. Il est également important de noter les travaux concernant le langage de programmation fonctionnelle synchrone FAUST spécifiquement conçu pour décrire des algorithmes de synthèse et de traitement du signal audio numérique, et proposé par le Centre National de Création Musicale (GRAME). Plus spécifiquement, ils portent sur le système de type de l'extension vectorielle multirate de Faust, ainsi que sur FAUSTINE, qui est un interpréteur pour le langage Faust (en collaboration avec le CMM et l'IRCAM).

**Axe sur la preuve de programmes :** Le thème qualité du logiciel a été introduit très récemment au CRI à travers le recrutement d'un chercheur en septembre 2012. En apparence différent mais complémentaire des autres thèmes, il doit encore y trouver sa place. Plusieurs pistes sont judicieusement indiquées dans les perspectives scientifiques. Mais il est évident qu'un effort particulier est nécessaire pour trouver des intérêts communs. Il a été constaté lors de la visite du comité d'experts que cet effort est aujourd'hui effectif, ce qui est tout à fait encourageant. Ce thème développe le vérificateur de preuves Dedukti.

Le thème des systèmes collaboratifs qui a encore existé durant une courte période jusqu'en 2011 a donné lieu à plusieurs contrats et publications sur la période d'évaluation.

La production globale de l'équipe en publications est convenable. Toutefois, celle-ci devrait mieux cibler les conférences et revues de premier plan du domaine, telles que les conférences PLDI, POPL, PPOPP ou les revues telles que TACO. Dans le texte de politique scientifique, il est mentionné qu'une « orientation plus applicative devrait permettre d'augmenter le nombre de publications ». L'équipe possède également le potentiel pour proposer de réelles innovations dans les techniques générales de compilation, comme elle l'a démontré dans un passé plus lointain.

La production logicielle est globalement très importante, et constitue souvent la concrétisation des contrats industriels de l'équipe. Ce point doit être reconnu, car le logiciel constitue une preuve incontestable de la valeur des recherches. De plus, il constitue un risque que beaucoup d'autres équipes refusent de prendre.





### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe devrait avoir l'ambition d'une immersion encore plus forte dans la communauté internationale de premier plan, alors que plusieurs anciens doctorants sont aujourd'hui chercheurs ou ingénieurs dans des sociétés spécialisées étrangères, et notamment américaines, ou dans la recherche académique. Il faut noter la participation d'un des membres seniors dans les comités de programme de conférences internationales importantes : PACT 2011, PPOPP 2012 et IPDPS 2013, signe d'une réelle notoriété.

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

Les activités du CRI peuvent être caractérisées par une réelle volonté de mettre les techniques efficaces de programmation et de compilation en pratique dans l'industrie. Bien que cela n'apparaissent pas explicitement dans le rapport d'activité, le CRI a été un acteur majeur dans la création de la start-up Silkan, dont l'un des produits et outils principaux est la plate-forme de compilation PIPS, et également dans la création de la société Luxia. Mais à l'ère des machines multi-cœurs et hétérogènes, le CRI a le potentiel et l'opportunité de prendre une place encore plus importante dans ces défis au niveau international.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Ainsi que cela a été dit plus haut, le CRI propose une activité globale cohérente et originale, à l'exception du thème sur la preuve de programme encore trop récent et en phase d'intégration. Mais le comité d'experts a constaté que cette intégration est en bonne marche, avec déjà quelques projets co-encadrés.

Les membres permanents se réunissent régulièrement une fois par semaine, ce qui démontre le bon esprit de groupe qui règne dans l'équipe.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les thèses soutenues au CRI sont globalement d'excellente qualité, et sanctionnées par des jurys de haut niveau du domaine, presque toujours composés d'au moins un examinateur étranger. Plusieurs docteurs issus du CRI ont aujourd'hui des postes en recherche & développement, notamment dans des entreprises américaines ayant de fortes activités en compilation telles que Qualcomm.

Le CRI est responsable de l'option « management des systèmes d'information » du cycle ingénieur civil de Mines ParisTech, ainsi que de cours de 2ème et 3ème cycles. Il participe à plusieurs Masters recherche (MPRI, NSI, SEMS) et à la formation PESTO des ingénieurs du corps des Mines. Il est à l'origine de trois mastères spécialisés, notamment en coopération avec HEC et d'autres écoles des mines. Ces investissements pédagogiques sont importants mais doivent être mieux dosés afin de ne pas freiner le potentiel de l'équipe en recherche, et afin d'éviter trop de dispersions.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Les thèmes de recherche du CRI offrent de nombreuses perspectives en regard des besoins et des évolutions en matière de ressources de calcul. Le dossier d'évaluation reste très général en ce qui concerne les objectifs et moyens. Des idées très générales sur les interactions entre compilation et runtime, statique et dynamique, sont mentionnées. La génération de code à partir de formalismes en équations est tout à fait opportune. Le CRI possède le potentiel d'insuffler des idées encore plus ambitieuses et originales, afin de re-gagner sa visibilité internationale.

### Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*
  - il existe un fort potentiel à produire des résultats originaux de premier plan accompagné d'une capacité à être leadership dans la communauté internationale ;
  - il est à noter l'existence de bonnes relations industrielles et académiques ;
  - la production logicielle est importante implémentant des mécanismes de compilation avancés.



- *Points faibles et risques liés au contexte :*
  - il n'apparaît pas suffisamment de publications dans les conférences et revues de premier plan ;
  - un point faible porte sur l'insuffisance d'initiative et de leadership en termes d'idées nouvelles et responsabilités de projets ;
  - l'implication en enseignement apparaît trop éparpillée au détriment du temps accordée à la recherche.
  
- *Recommandations :*
  - il est recommandé d'être plus ambitieux en propositions de nouveaux concepts et mécanismes de compilation ;
  - il importe d'augmenter le taux de publication en conférences et revues de premier plan ;
  - le leadership sur les projets nationaux et internationaux doit être envisagé ;
  - compte tenu du potentiel, il importe de développer plus fortement les collaborations internationales ;
  - les implications en enseignement doivent être plus sélectives ;
  - le nouveau thème de la preuve doit faire l'objet d'une veille à sa bonne intégration.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

Début : 15 janvier à 08h30

Fin : 16 janvier à 17h00

Lieu de la visite : UR Mathématiques et Systèmes

Institution : École des Mines Paris

Adresse : 60 Boulevard Saint Michel, 75006 Paris

### Locaux spécifiques visités :

Deux sites expérimentaux gérés par le CAOR ont été présentés au comité d'experts. La visite du premier site a été l'occasion d'une présentation des 4 véhicules C3 du projet de route automatisée LARA et du véhicule L3D2 utilisé pour la cartographie 3D. Elle avait également pour objectif la présentation d'un logiciel de modélisation 3D de scènes urbaines, issu d'une collaboration entre le CAOR et le CMM. La plateforme de réalité virtuelle conduite par le CAOR pour des applications dans l'industrie automobile a été présentée sur un deuxième site.

### Déroulement de l'évaluation

Le déroulement de la visite a suivi de manière remarquable le programme prévu. Tous les centres ont strictement respecté leur temps de parole et laissé une large place à l'échange avec les membres du comité d'experts. Le comité d'experts a également apprécié la disponibilité du directeur de la recherche qui a suivi l'ensemble de la visite.

#### 15 janvier 2014

|       |   |
|-------|---|
| 09h15 | Accueil du comité d'experts   |
| 09h30 | Réunion des membres du comité d'experts pour discuter de la façon de procéder |
| 10h00 | Introduction de la visite par le délégué scientifique (DS) AERES              |
| 10h10 | Présentation du bilan et du projet de l'unité par le directeur de l'unité     |
| 10h40 | Pause   |
| 11h00 | Présentation du bilan et du projet du CAOR par le responsable du centre       |
| 13h00 | Pause déjeuner  |
| 14h00 | Présentation du bilan et du projet du CMM par le responsable du centre        |
| 15h30 | Présentation du bilan et du projet du CMA par le responsable du centre        |
| 17h00 | Pause   |
| 17h15 | Démonstrations  |
| 18h30 | Discussion à huis clos entre les membres du comité d'experts                  |
| 19h00 | Fin de la première journée  |



**16 janvier 2014**

|       |  |
|-------|--|
| 08h30 | Présentation du bilan et du projet du CAS par le responsable du centre                         |
| 10h00 | Pause  |
| 10h15 | Présentation du bilan et du projet du CRI par le responsable du centre                         |
| 11h45 | Rencontre avec les représentants du personnel : successivement ITA, étudiants, puis chercheurs |
| 12h45 | Pause déjeuner   |
| 13h45 | Réunion du comité d'experts avec les représentants des tutelles                                |
| 14h15 | Réunion avec le directeur de l'École Doctorale   |
| 14h35 | Réunion avec le directeur de l'unité   |
| 15h00 | Pause  |
| 15h15 | Réunion du comité d'experts à huis clos  |
| 16h45 | Fin  |



## 6 • Observations générales des tutelles

Paris, le 21 mars 2014

## Evaluation de l'unité de recherche : Mathématiques et Systèmes

Avant toute chose, nous tenons à remercier les membres du comité de visite, ainsi que notre coordonnateur AERES, pour leur investissement dans l'évaluation de notre unité de recherche Mathématiques et Systèmes et pour la qualité de leur rapport d'évaluation. Notre établissement étant sous tutelle du ministère en charge de l'industrie, notre recherche a des spécificités fortes. D'abord dans son positionnement, puisqu'elle vise l'association du meilleur niveau scientifique à un lien fort avec le monde socio-économique et un impact sur la compétitivité de nos entreprises. Ensuite dans son organisation et sa gouvernance, puisque les unités de recherche de MINES ParisTech bénéficient conjointement des moyens de l'école et d'Armines (association de recherche contractuelle), la première assurant la tutelle et le pilotage scientifique, la seconde le management des activités de recherche contractuelle. Ces spécificités fortes amènent un niveau de complexité supplémentaire dans l'évaluation que les membres du comité de visite ont parfaitement perçu. Elles impactent bien évidemment le pilotage des unités au sein de l'établissement. Enfin, elles imposent à l'établissement une vigilance permanente et une capacité d'adaptation de son modèle aux évolutions du monde de l'enseignement supérieur et de la recherche ; les commentaires et recommandations du comité de visite sont là d'une aide précieuse à la fois à la direction de l'unité et à celle de l'Ecole.

Le comité de visite reconnaît la très forte implication des équipes de l'unité dans le monde socio-économique, avec une part importante de financement des opérations de recherche provenant de financements spécifiques, dont la majorité directement par les entreprises partenaires. Il s'interroge néanmoins, tant du point de vue de la viabilité économique que de celle d'une potentielle dispersion de l'activité, sur l'impact d'engagements de long terme sur ressources propres (postes d'enseignants-chercheurs et d'ITA en durée indéterminée par exemple).

Ce questionnement pertinent est évidemment présent à l'esprit de la direction (de l'unité comme de celle de l'Ecole). Notre modèle a démontré sa pérennité au fil des années, en permettant à l'Ecole d'augmenter sensiblement sa surface de recherche par rapport à ce que les seuls moyens publics lui auraient permis.

Notre modèle n'a pas remis en cause le niveau scientifique des travaux menés par les équipes, reconnu par l'évaluation AERES actuelle comme par celle de 2008. Mais la période que nous vivons actuellement, d'évolution rapide du monde de la recherche et de baisse des dotations budgétaires, nous oblige à rester vigilants sur ces sujets et les commentaires et recommandations du comité de visite viennent enrichir nos réflexions sur ces points.

Le comité de visite note par ailleurs une progression très significative de la visibilité des travaux de l'unité, en particulier au travers des publications scientifiques. Il remarque que cette mise en valeur des travaux scientifiques pourrait encore être améliorée en visant les principales revues des domaines scientifiques des différentes équipes. Cette remarque retient toute notre attention, et après un effort de nature quantitative dans la dernière période d'évaluation, les efforts de l'unité porteront maintenant sur les aspects qualitatifs en visant les meilleures revues. Pour autant, dans un souci de cohérence avec nos spécificités, nous continuerons à encourager nos enseignants-chercheurs à publier également leurs travaux dans des revues propres à leur domaine scientifique (pour la morphologie mathématique, par exemple) ou à leur domaine d'activité (pour donner un exemple, l'activité du centre de mathématiques appliquées justifie une part significative de publications dans des revues telles que Applied Energy, Energy Policy, ou encore Energy Economics).

Enfin, le comité de visite attire notre attention sur les besoins d'accompagnement des différentes équipes de l'unité de recherche, en particulier en termes de postes publics d'enseignant-chercheur ou ITA. Nous partageons pleinement cette analyse, mais ne pourrions répondre à toutes les attentes étant données les restrictions budgétaires actuelles et la baisse récente du plafond d'emploi de l'établissement. La direction de l'Ecole sera donc particulièrement attentive aux demandes de renouvellement d'équipes qui connaissent des départs à la retraite significatifs dans les années à venir, et à inscrire les recrutements dans des projets scientifiques recentrés sur un nombre plus réduit de thématiques, comme le suggère le comité de visite.

En complément à ces commentaires généraux, nous apportons quelques éléments de réponse à des commentaires spécifiques aux différentes équipes :

- concernant l'équipe CAOR, le comité de visite salue l'évolution de l'organisation de l'équipe mais s'interroge sur la place de la logistique en son sein. L'articulation de la logistique avec les autres thèmes fait effectivement partie de la feuille de route du responsable de l'équipe CAOR ;
- concernant l'équipe CAS, le comité de visite reconnaît la grande qualité des travaux menés mais regrette le faible engagement dans des projets européens. La direction de l'Ecole encourage l'équipe dans cette voie ;
- concernant l'équipe CMA, la collaboration avec l'équipe TOSCA de l'INRIA se concentre sur l'application aux ressources intermittentes et aux marchés du carbone des approches stochastiques développées par l'équipe. Cette collaboration s'inscrit donc bien dans le projet de l'équipe ;

- concernant l'équipe CMM, le comité de visite invite l'équipe à élargir son champ d'intervention au-delà du domaine strict de la morphologie mathématique. L'équipe intègre d'autres disciplines, telles que l'apprentissage statistique, dans ses travaux sur le développement des outils de la morphologie mathématique ; sa taille ne lui permet néanmoins pas de faire de ces autres disciplines des axes de recherche à part entière ;
- concernant l'équipe CRI, la ré-organisation suggérée de ses activités d'enseignement est engagée et sera poursuivie.



Romain SOUBEYRAN

Directeur