



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

Section des Formations et des diplômes

Rapport d'évaluation de l'école doctorale



Sciences Mécaniques et Energétiques,
Matériaux et Géosciences

de l'Université Paris-Saclay

Vague E - 2015-2019

Campagne d'évaluation 2013-2014



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

Section des Formations et des diplômes

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

- Didier Houssin, président
- Jean-Marc Geib, directeur de la section
des formations et diplômes

Au nom du comité d'experts,

- Denis Maillet

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



Membres du comité d'experts

Président :

M. Denis MAILLET, LEMTA-Université de Lorraine

Experts :

Mme Caroline BERARD, ISAE Toulouse

M. Mickaël COUSTATY, Université de La Rochelle

M. Gérard SCORLETTI, Ecole Centrale de Lyon

Déléguée scientifique de l'AERES :

Mme Françoise SIMONOT



Date de l'évaluation : 2013-2014

Présentation de l'école doctorale

L'école doctorale *Sciences Mécaniques et Energétiques Matériaux et Géosciences* (ED SMEMaG) correspond à un projet de restructuration, réalisé dans le cadre de la mise en place de l'Université Paris-Saclay (UPS), des six écoles doctorales pluridisciplinaires suivantes (les chiffres fournis indiquent les effectifs actuels des doctorants concernés dans le projet et les pourcentages correspondants dans chaque ED d'origine) :

- ED SPI, *Sciences pour l'Ingénieur* (ED 287 - Ecole Centrale Paris (ECP)) : 126 doctorants (33 %) ;
- ED SP, *Sciences Pratiques* (ED 285 - Ecole Normale Supérieure (ENS) de Cachan) : 88 doctorants (23 %) ;
- ED X (ED 447 - Ecole Polytechnique) : 56 doctorants (15 %) ;
- ED MIPEGE, *Modélisation et Instrumentation en Physique, Energies, Géosciences et Environnement* (ED 534 - Université Paris-Sud (UPS)) : 74 doctorants (19 %) ;
- ED *Sciences et Technologies de Versailles* (ED 539 - Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ)) : 36 doctorants (9 %) ;
- ED *Sciences et Ingénierie* (ED 511 - Université d'Evry-Val-d'Essone (UEVE)) : 5 doctorants (1 %).

L'ED SMEMaG sera rattachée au collège doctoral de l'Université Paris-Saclay, projet qui regroupe actuellement deux universités, onze grandes écoles, sept organismes de recherche, un grand instrument et un pôle de compétitivité. Les établissements « coopérateurs », sont l'ENS Cachan, l'École Centrale de Paris (ECP), l'Université Paris-Sud (UPS), l'École Nationale Supérieure des Techniques Avancées (ENSTA) ParisTech. Ces établissements coopérateurs apporteront un nombre élevé de titulaires de l'habilitation à diriger des recherches (HDR) et de doctorants à l'ED et mettront donc des moyens consistants dans son support.

Les autres établissements concernés, qui regroupent aussi un volant d'encadrants et de doctorants seront « membres » du collège mais n'investiront que peu de moyens dans son support. Dans le cas de l'ED SMEMaG, il s'agit de l'École Polytechnique, l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, l'Université d'Evry-Val-d'Essone, le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), et le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives (CEA).

Elle rassemblera 385 doctorants, encadrés par 168 directeurs de thèse titulaires de l'HDR et membres de 19 laboratoires :

- Deux unités propres du CNRS : Energétique Moléculaire et Macroscopique, Combustion (EM2C) - ECP et Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur (LIMSI) - Universités Pierre et Marie Curie et Paris-Sud) ;
- Dix unités mixtes du CNRS : Laboratoire de Mécanique et Technologie (LMT) - ENS Cachan et Université Pierre et Marie Curie, Mécanique des Sols, Structures et Matériaux (MSSMAT) et Structures, Propriétés et Modélisation des Solides (SPMS) - ECP, Fluides, Automatique et Systèmes Thermiques (FAST) et Interactions et Dynamique des Environnements de Surface (IDES) - UPS, Laboratoire de Mécanique du Solide (LMS), Laboratoire d'Hydrodynamique de l'École Polytechnique (LADHYX) et Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD) - Ecole Polytechnique, Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales (LATMOS) - UVSQ, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) - CEA et UVSQ ;
- Quatre équipes associées du Ministère de l'Enseignement Supérieur : Laboratoire Universitaire de Recherche en Production Automatisée (LURPA) - ENS Cachan et UPS, Laboratoire de Génie des procédés et matériaux (LGM) - ECP, Laboratoire de Mécanique et d'Energétique (LMEE) et Informatique, Biologie Intégrative et Systèmes Complexes (IBISC) - UEVE ;
- Trois équipes de l'ENSTA ParisTech : Unité de Mécanique (UME), Équipe Propagation des Ondes, Etude Mathématique et Simulation (POEM) de l'Unité de Mathématiques Appliquées (UMA) - Equipe Propagation des Ondes, Etude Mathématique et Simulation (POEM) et Unité Chimie et Procédés (UCP).

L'ED SMEMaG présente un périmètre thématique principal AERES en Sciences pour l'Ingénieur (ST5) et, pour les domaines secondaires, en Sciences de la terre et de l'univers (ST3), Physique (ST2) et Mathématiques (ST1). Ce périmètre scientifique relève principalement des sections CNU 33, 35, 37, 60, 62 et des sections CNRS 9, 10, 15, 18. L'ED émerge donc à la fois dans les sciences pour l'ingénieur et dans les sciences de la terre et de l'univers, avec les mathématiques et la physique en arrière-plan, ce qui lui confère un positionnement peu rencontré au niveau national et lui offre la possibilité de développer des axes de recherche originaux au niveau des interfaces entre ces thématiques, dans les



secteurs de l'énergie, l'environnement terrestre et planétaire, les transports, les biotechnologies, ou les nanotechnologies.

Dans ce contexte, l'ED SMEMaG se structure autour de trois pôles thématiques cohérents, *i.e.*, fluides, énergétique, procédés ; solides, structures, matériaux ; géosciences.

Synthèse de l'évaluation

- Appréciation par critère :

Fonctionnement et adossement scientifique

Articulé autour du directeur de l'ED, le comité de direction est composé de trois directeurs adjoints, dont deux animent chacun un des trois pôles thématiques, le troisième étant chargé de mission à la formation, aux relations internationales et aux relations avec le monde socio-économique ; le directeur de l'ED anime lui-même le troisième pôle. Une permutation de fonctions entre le directeur et l'un de ses adjoints est prévue à mi-mandat. Ce comité de direction est chargé de la sélection des doctorants, de la mise en œuvre des procédures de suivi, de la formation scientifique et de celle dédiée au projet professionnel, à l'insertion et au devenir professionnels des docteurs et, enfin, à la valorisation du doctorat.

Conforme à l'arrêté de 2006, le conseil de l'ED comprend 18 membres, dont les quatre du comité de direction, quatre enseignants-chercheurs ou chercheurs issus de l'ED, un représentant des personnels ingénieurs, administratifs, techniciens, ouvriers et de service, trois représentants des doctorants et six membres extérieurs de l'ED (trois représentants académiques et trois représentants du monde industriel).

Le comité de pôle met en application la politique de l'ED. Il est composé du responsable de pôle (membre du conseil de l'ED), de trois HDR volontaires animant les modules d'enseignements scientifiques (dénommés ici « programmes doctoraux »), d'un représentant du monde socio-économique (membre du conseil de l'ED), d'un représentant des doctorants (membre du conseil de l'ED) et enfin de deux représentants des formations des masters associés au pôle. La composition de ce conseil est très judicieuse, car elle évite le travers d'une décomposition en trois conseils d'écoles doctorales virtuelles, puisque chaque conseil de pôle est formé pour moitié de membres du conseil de l'ED, et a le mérite d'assurer la liaison master-doctorat, qui constitue un point critique à la fois pour le recrutement des doctorants mais aussi pour la politique des responsables de masters. Le support administratif de l'ED est directement confié au pôle, ce qui est un gage d'efficacité car il respecte le principe de subsidiarité au niveau organisationnel.

Le secrétariat de l'ED, fourni par les établissements, sera constitué de quatre assistants administratifs à mi-temps, un situé auprès du directeur de l'ED et un par pôle, avec éventuellement un 5^{ème} assistant, également à mi-temps, pour la formation, les relations internationales et les relations avec le monde socio-économique. Ce dispositif semble bien adapté à une ED de cette taille et il est manifeste que la répartition géographique et fonctionnelle des secrétariats a été déterminée avec soin. Les établissements coopérateurs financeront les formations transverses et les formations scientifiques des doctorants de l'ED (120 heures équivalent TD par doctorant).

L'adossement scientifique précisé ci-dessus de l'ED SMEMaG est excellent et le rapprochement des thématiques induit par la formation de cette école doit pouvoir permettre à terme l'éclosion de sujets de recherche originaux dans les laboratoires concernés.

Encadrement et formation

Tous les candidats, quel que soit leur mode de financement, seront sélectionnés suivant les mêmes critères destinés à assurer la qualité des recrutements et ils seront inscrits au sein de l'établissement constitutif concerné de l'UPS. Les contrats doctoraux alloués par les établissements sur leur dotation ministérielle seront attribués par un seul et même jury pour les trois pôles. Les règles de constitution de ce jury et le choix des rapporteurs qui sont détaillés dans le projet doivent permettre d'assurer à la fois la transparence des recrutements et l'indépendance du jury par rapport à l'équipe d'accueil du doctorant. Les autres types de contrats doctoraux financés sur contrats de recherche ou correspondant à des financements nominatifs seront gérés au fil de l'eau par le pôle concerné de l'école. L'ED SMEMaG prévoit une période probatoire d'un an avant le recrutement d'un doctorant salarié, avec possibilité de déroger à la durée habituelle de préparation d'une thèse, habituellement de trois ans, pour atteindre éventuellement cinq ans.



Tous les doctorants de l'école doctorale SMEMaG seront financés pendant la durée de préparation de leur thèse, soit par un contrat de travail de droit public ou privé, soit par un autre mode de financement, vérifiable, et d'un montant supérieur à 1000 euros (l'évolution de ce montant sera indexée à celle du seuil de pauvreté à 60 % en France). Si le candidat dispose d'une bourse d'un montant inférieur à ce seuil, un complément de financement peut être fourni par le laboratoire d'accueil ou une autre source. Toute demande de dérogation vis-à-vis de ce principe sera examinée par le conseil de l'ED, après avis du pôle concerné. Notons que ce seuil paraît assez bas (voir les remarques et recommandations en fin de ce rapport).

L'ED SMEMaG a défini une politique d'encadrement qui limite à cinq le nombre maximum de directions simultanées de doctorants, avec un taux d'encadrement maximum cumulé de 300 %, et qui fixe à 25 % d'encadrement le plancher pour le directeur d'une thèse donnée. La durée moyenne des thèses soutenues dans les laboratoires de la future ED se situe aux environs de 3,4 ans, à l'exception d'un laboratoire (3,8 ans). Le potentiel d'encadrement dans l'ED SMEMaG est de 2,29 (385/168) doctorants par HDR, ce qui est correct.

Au-delà de la formation par la recherche assurée au sein des laboratoires, l'ED SMEMaG demandera à chacun de ses doctorants de suivre les formations transversales liées à leur projet professionnel (35 heures sur la durée de la thèse) qui seront proposées par le collège doctoral de l'UPS, ainsi qu'une formation scientifique complémentaire dans le cadre des programmes doctoraux de ses pôles ou de programmes doctoraux transverses et écoles thématiques (85 heures sur la durée de la thèse).

En conformité avec le projet de collège doctoral, l'ED SMEMaG a conçu douze « programmes doctoraux ». Chacun d'entre eux est focalisé sur des questions de recherche actuelles des unités de recherche partenaires et leur positionnement dans le contexte scientifique national et international. Chacun des programmes doit correspondre à un ensemble cohérent de formations (cycle de séminaires de chercheurs, école thématique, création d'un cours avancé, etc.). Il correspond à une thématique de recherche donnée, et est proposé en réponse à un besoin partagé par un ensemble significatif de doctorants de l'école doctorale (entre 30 et 40) conduisant leurs recherches dans les unités de recherches partenaires de l'école doctorale. Il est en outre ouvert à des doctorants et des chercheurs au-delà de l'espace doctoral Paris-Saclay. Ce dispositif est très original et déjà assez avancé (un comité d'organisation a été monté par programme et un sondage a été effectué auprès des membres permanents des laboratoires).

Une charte des thèses commune à tout le collège doctoral, ainsi qu'un règlement intérieur de SMEMaG sont en projet. Enfin, une justification de financement est systématiquement exigée pour la réinscription en 4^{ème} année.

Une journée de rentrée pour tous les doctorants est prévue pour leur présenter à la fois l'ED, les formations, les principales règles à respecter durant la préparation de la thèse ainsi que les débouchés. Le suivi de chaque doctorant s'effectuera via une rencontre annuelle avec un référent, nommé par le pôle et extérieur à son équipe d'encadrement. Ce référent est chargé de vérifier chaque année l'avancement de la thèse et détecter des difficultés éventuelles avant une nouvelle inscription. Une commission de médiation peut être désignée par le directeur de l'ED en liaison avec le pôle en cas de difficultés persistantes. Chaque doctorant devra présenter en outre ses travaux devant un jury externe à leur équipe durant la première année de sa thèse. Il participera également à une journée scientifique coorganisée par l'ED et les doctorants.

L'ED a pour objectif louable de donner à chaque doctorant les moyens de réaliser son projet professionnel, via notamment l'entretien annuel avec le référent. Elle encourage les établissements qui inscrivent les doctorants à intégrer les associations d'anciens élèves. L'entretien avec les doctorants a relevé l'existence de trois associations de doctorants sur le périmètre de l'ED.

Suivi et Insertion

Chaque année, l'ED SMEMaG effectuera une enquête sur le devenir de ses docteurs jusqu'à cinq ans après la soutenance de thèse, dont les résultats seront accessibles à tous les doctorants et encadrants de l'école, pour guider l'orientation des doctorants en les informant notamment sur les secteurs qui recrutent.

Les débouchés constatés varient beaucoup suivant les principales ED constitutives. Ainsi, l'ED 287 (ECP) place 26 % de ses docteurs en CDI dans les secteurs académiques et de la recherche publique, contre 53 % dans le secteur privé. Ces chiffres correspondant sont respectivement de 52 % et 38 % pour l'ED 285 (ENS Cachan), 35 % et 58 % pour l'ED 447 (École Polytechnique), et 33 % et 28 % pour l'ED 534 (UPS). La singularité de l'ED 285, dont les débouchés académiques dépassent de loin ceux dans le secteur privé, est certainement liée à la spécificité de l'ENS, dans ses recrutements plus centrés notamment sur l'enseignement et l'agrégation.

- Appréciation globale :

Le projet de l'ED SMEMaG, qui résulte de la restructuration de six ED pluridisciplinaires d'établissement, et qui est centré sur les Sciences pour l'Ingénieur et les Géosciences, est cohérent thématiquement. Cette école bénéficiera d'un excellent adossement scientifique. Sa gouvernance et son fonctionnement ont été bien conçus : ils sont réalistes et adaptés à l'environnement de l'ED. La structure interpénétrée du comité de direction, du conseil de l'ED et du comité de chacun de ses trois pôles permet d'éviter un fonctionnement parallèle de mini-écoles doctorales. A quelques points près, dont une base de données/système d'information qu'il reste à construire ou choisir ainsi qu'une charte des thèses, l'ED SMEMaG semble prête à fonctionner.

L'équipe dirigeante de l'ED, qui préconise un fonctionnement très collégial, a su initier des programmes doctoraux à la hauteur des unités qui la composent : il s'agit clairement d'une véritable plus-value pour tous les doctorants et pour leurs laboratoires.

L'entretien avec les doctorants a permis de constater que les débouchés envisagés étaient assez équilibrés entre secteur public académique et secteur privé. Les doctorants apprécient particulièrement l'action de leurs ED en cas de difficultés en fin de thèse. En revanche, ils ne considèrent pas leurs ED comme des « marqueurs » clés de leur identité (en termes de cursus), ces derniers étant plutôt leurs écoles d'ingénieurs pour ceux qui en sont diplômés. Ils sont demandeurs de formations scientifiques spécifiques adaptées à leur projet de recherche mais déplorent l'accès limité à l'information sur leur existence et leur déroulement (trop de courriels non ciblés). Ils souhaiteraient disposer en particulier d'une information plus précise sur l'ensemble des formations disponibles sur l'UPS et non uniquement sur celles proposées par leur propre établissement. La mise en place d'un système d'information adapté et mutualisé au niveau non seulement de la future ED mais aussi au niveau de tout le collège doctoral semble être un point important à régler avant son démarrage effectif.

Les possibilités de participer à des activités d'enseignement sont très diverses selon les établissements : elles sont assez ouvertes dans les grandes écoles mais beaucoup plus rares dans les deux universités, ce qui constitue un handicap pour les doctorants qui y sont inscrits. Les ED actuelles, à l'exception de celle de l'ENS Cachan qui est très claire sur le sujet, imposent un financement de la part des laboratoires au delà de la durée nominale des 36 mois. Même si le nombre de doctorants effectivement concernés est faible, le seuil minimum des 1000 euros envisagé dans le projet pour le financement de chaque thèse est jugé trop bas au regard du coût de la vie en région parisienne et explique certaines réinscriptions supplémentaires au-delà des trois ans. Enfin, l'acronyme SMEMaG choisi pour l'ED est jugé non optimum par certains, qui trouvent le terme trop proche de certaines spécialités pharmaceutiques à base de Magnésium, et qui souhaiteraient qu'il fasse l'objet d'une nouvelle concertation par l'école et le collège doctoral.

- Points forts :

- Environnement recherche et académique excellent.
- Projet bien conçu, avec un fonctionnement à la fois collégial et unifié, et qui favorise l'investissement des laboratoires (formations/jurys).
- Formations scientifiques spécifiques apportant une plus-value par rapport à l'existant.
- Implication des formations de master dans le projet.

- Points faibles :

- Formations scientifiques actuellement proposées peu visibles.

Recommandations pour l'établissement

Les liens entre les services d'inscription et les secrétariats de l'ED mériteraient d'être formalisés ; un système d'information unifié et bien pensé pourrait être mis en place.

Le seuil de financement des doctorants proposé dans le projet (actuellement inférieur au niveau actuel du SMIC) devrait être réhaussé à un niveau plus décent. Il mériterait d'être aligné sur le plus haut seuil des ED constitutives de l'UPS (par exemple en l'intégrant dans le règlement intérieur de l'ED), afin de le hisser à la hauteur des ambitions du projet global de l'UPS (doctorat vu comme le « diplôme phare de toute grande université internationale »), en tenant compte du coût de la vie en région parisienne, de la volonté d'attirer les meilleurs étudiants vers le doctorat et enfin de l'image de l'ED en termes de communication à la fois externe et interne.



Observations de l'établissement

Monsieur Jean-Marc Geib
Directeur de la Section des Formations et Diplômes
AERES

Saint-Aubin, le 22 Avril 2014

N/R : FCS2014-PRES-DV/FE/030

Objet : Observations sur le rapport AERES 2014 sur le projet d'école doctorale « Sciences Mécaniques et Energétiques, Matériaux et Géosciences (SMEMaG) »

Monsieur le Directeur,

Je remercie le comité d'experts et votre équipe pour la qualité et la précision de leurs analyses, dans les conditions très spécifiques liées à la profonde restructuration en cours au sein du périmètre scientifique de l'Université Paris-Saclay. Leurs recommandations nous seront précieuses pour finaliser la création du Collège Doctoral Paris-Saclay, à laquelle nous travaillons aujourd'hui.

De manière générale, la grande majorité des recommandations formulées sur les 17 écoles doctorales du périmètre Paris-Saclay sont prises en compte dans la démarche que nous avons entreprise dans le cadre de l'IDEX Paris-Saclay.

L'Université Paris-Saclay en cours de création vise en effet à installer le doctorat comme le diplôme phare d'une grande université de recherche de classe internationale. Le Collège Doctoral Paris-Saclay sera une brique majeure de cette construction. Il pourra s'appuyer sur les autres objectifs visés pour la future université : offre de formation attractive internationalement, recherche d'excellence au sein d'une stratégie partagée par tous les partenaires, relations avec l'industrie renforcées au sein d'un écosystème de l'innovation, et mutualisation de moyens au service de ces objectifs.

Le Collège doctoral sera dans ce cadre chargé d'organiser tous les aspects liés au doctorat pour les amener au niveau d'excellence visé :

- homogénéisation progressive par sélection des « bonnes pratiques » au sein des écoles doctorales, en particulier sur la sélection initiale et le suivi des doctorants et des jeunes docteurs, la limitation du taux d'encadrement, etc. En particulier, un accompagnement personnel des doctorants vers leur choix de parcours professionnel sera mis en place à l'image de ce qui existe déjà aujourd'hui dans certaines écoles doctorales du site, et conformément aux préconisations de l'Union Européenne ;
- organisation des formations doctorales suivant une double approche : formations scientifiques organisées par les écoles doctorales s'appuyant sur les équipes d'accueil, et formations transverses organisées par le Collège doctoral pour accompagner le choix de parcours professionnel du doctorant ;

- promotion du Doctorat de l'Université Paris-Saclay à l'international et auprès du monde socio-économique, et développement de l'attractivité du doctorat auprès des meilleurs étudiants Français. Les écoles doctorales pourront s'appuyer sur les liens que souhaite développer l'Université Paris-Saclay avec les universités internationales. En particulier, un dispositif d'accueil mutualisé mis en place pour les étudiants et chercheurs étrangers facilite dès aujourd'hui l'ouverture internationale des écoles doctorales.

Dès la rentrée 2015, le nombre d'écoles doctorales rattachées au site Paris-Saclay va passer de 29 à 20. La réorganisation et la mutualisation des moyens mis par les établissements se fera sans diminution de moyens et donc devrait permettre de dégager de nouvelles marges de manœuvre. De même, la mise en place d'une base de données commune à toutes les écoles doctorales, à l'image de ce qui se passe sur d'autres sites, devrait à la fois décharger les équipes de direction de certaines charges administratives, et leur permettre de se recentrer sur l'accompagnement des doctorants et des équipes d'accueil.

Toutefois cette transformation ne pourra se faire que par étapes. A la rentrée 2015, date d'entrée en fonction des nouvelles écoles doctorales, de nombreux établissements partenaires n'auront pas encore rejoint le plateau de Saclay, ce qui va limiter pour quelques années la réorganisation prévue. Nous aurons toutefois des occasions régulières de faire le point sur l'avancement du projet de doctorat Paris-Saclay : en 2016 pour la revue de fin de phase probatoire de l'IDEX Paris-Saclay, puis en 2018 avec l'élaboration du rapport d'autoévaluation préparatoire au contrat pluriannuel 2020-2024.

Je joins à cette lettre les observations spécifiques proposées par l'équipe de direction de l'école doctorale concernée.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.



Dominique Vernay
Président de la FCS Campus-Paris-Saclay

Le Président

☎ : +33 1 69 33 21 65

☎ Assistante : +33 1 69 33 21 75

Mél : dominique.vernay@campus-paris-saclay.fr

Observations spécifiques de l'équipe de direction du projet d'école doctorale SMEMaG :

L'équipe de direction remercie le Comité d'experts de l'AERES pour la profondeur de son analyse. Elle a pris bonne note de ses recommandations. Tout particulièrement :

- le revenu minimal à 1000 € mensuel sera augmenté, en principe jusqu'au niveau d'un contrat doctoral standard ;
- nous avons commencé à réfléchir sur un nouveau nom pour la future école doctorale.