



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

Section des Formations et des diplômes

Rapport d'évaluation du master



Fluides et systèmes énergétiques

d'Arts et Métiers ParisTech –
Ecole Nationale Supérieure d'Arts
et Métiers

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

En vertu du décret du 3 novembre 2006¹,

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

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).



Evaluation des diplômes Masters – Vague E

Evaluation réalisée en 2013-2014

Académie : Paris

Etablissement déposant : Arts et Métiers ParisTech - Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers

Académie(s) : /

Etablissement(s) co-habilité(s) au niveau de la mention : /

Mention : Fluides et systèmes énergétiques

Domaine : Sciences, technologies, santé

Demande n° S3MA150008905

Périmètre de la formation

- Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), ENSAM ParisTech (Paris et Lille), Ecole Polytechnique, Mines ParisTech, Université Lille 1, Ecole Centrale de Lille (ECL), Ecole Navale.

- Délocalisation(s) : /

- Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

Présentation de la mention

La mention *Fluides et systèmes énergétiques* (FISE) se veut une formation par et à la recherche relevant des problématiques des transports et de l'énergie basées sur les systèmes fluides et énergétiques. Sont concernés les transports aéronautiques et spatiaux, ferroviaires, routiers et maritimes, ainsi que les nouvelles sources d'énergie : éolien, solaire photovoltaïque, piles à combustibles et récupération énergétique marine. Elle conduit à une poursuite en formation doctorale ou à l'occupation d'un poste de cadre supérieur. La mention comporte cinq spécialités : *Sciences mécaniques et ingénierie* et *Energie électrique et développement durable*, deux spécialités portées par l'Université Lille 1, *Energétique et environnement* et *Mécanique des fluides, fondements et applications*, portées elles par l'Université Pierre et Marie Curie Paris 6, et *Environnement naval*, portée par l'ENSAM.

Les compétences attendues pour la mention sont d'abord celles de la modélisation, la simulation numérique, l'analyse expérimentale de systèmes fluides et énergétiques, mais aussi celles de la recherche bibliographiques, du traitement de l'information, de la rédaction d'articles scientifiques et de la capacité à conduire des recherches.

Synthèse de l'évaluation

- Appréciation globale :

La formation en première année de master (M1) soit correspond à la Formation d'Ingénieur Technologue (FITE) de deuxième année de l'ENSAM, soit est ouverte aux étrangers sous la forme d'une année intitulée *Mechanical, energy and industrial engineering* dispensée en anglais. Le choix de la spécialité est fait en début de M1 et permet d'avoir des formations spécifiques dès le deuxième semestre de ce M1. La formation en seconde année de master (M2) s'appuie durant le premier semestre sur des cours, séminaires, conférences et projets pratiques, puis lors du deuxième semestre sur une formation pratique constituée d'un stage de recherche au sein d'un laboratoire. Une mutualisation de trois à cinq ECTS peut être réalisée avec une autre spécialité de la mention, en présentiel ou *e-learning*. Les deux semestres du M2 sont validés séparément.

En M1, la formation en langue est soit orientée vers l'anglais scientifique pour les élèves de l'ENSAM, soit vers la culture française pour les étudiants étrangers.

La mention FISE est une des quatre mentions de master délivrées par l'ENSAM. Elle prépare une poursuite en doctorat dans l'école doctorale *Sciences des métiers de l'ingénieur*. Elle s'adosse à de nombreux laboratoires de recherche, tant de l'ENSAM que des établissements partenaires, l'École Navale de Brest, l'Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie, l'ENS Cachan et l'École Polytechnique. Le stage de recherche se fait dans ces laboratoires, ou dans des départements de recherche de grandes entreprises du secteur.

La mention FISE souhaite recruter entre 120 et 150 étudiants par an, mais n'en recrute effectivement qu'une centaine, dont 42 viennent de l'ENSAM. Le taux de réussite moyen est de 89 %, mais fluctue suivant les spécialités. 20 % des étudiants diplômés du master poursuivent en doctorat. Il n'y a pas plus de précision sur la poursuite en doctorat ou la qualité de l'insertion professionnelle.

La coordination de la mention est faite par un universitaire de l'ENSAM et son pilotage par un comité pédagogique et scientifique formé des responsables des spécialités, des directeurs de centre ENSAM concernés et du responsable de la formation de l'ENSAM. L'autoévaluation est faite au niveau de chaque spécialité avec une validation par le CEVU. Le suivi du devenir des étudiants est perfectible et le dossier fait apparaître une absence d'évaluation des enseignements

- Points forts :

- Une thématique globale très lisible.
- Une attractivité externe importante.

- Points faibles :

- Un taux de remplissage moyen.
- Un contenu du M1 non détaillé et contenu du M2 peu précisé.
- Une absence d'évaluation des enseignements.
- Des fonctionnements de spécialité très divers.
- Le suivi du devenir des étudiants à développer.

- Recommandations pour l'établissement :

Il conviendrait de rendre plus attractive la mention auprès des étudiants de l'ENSAM pour atteindre les objectifs prévus.

Evaluation par spécialité

Environnement naval

- Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômés délocalisés) :

Ecole Navale de Brest.

Etablissement(s) en co-habilitation(s) au niveau de la spécialité :

Ecole Navale de Brest.

Délocalisation(s) :

Ecole Navale de Brest.

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

- Présentation de la spécialité :

La spécialité *Environnement naval* apporte les connaissances sur la physique des écoulements complexes et des outils numériques nécessaires à leurs modélisations, et également de l'hydrodynamique navale appliquée. Les compétences délivrées doivent permettre de concevoir et de gérer des projets dans le domaine des énergies marines renouvelables, de comprendre l'environnement marin et de rédiger des articles scientifiques. Cette spécialité représente une stratégie originale et unique pour l'orientation vers les applications du domaine maritime, sur des technologies de pointe dans le domaine de l'industrie navale.

- Appréciation :

L'analyse de la simulation d'écoulements et de systèmes multiphysiques doit permettre la conception innovante de systèmes de conversion d'énergie. En M2, le volume horaire est voisin de 300 heures réalisées à 84 % par des enseignants-chercheurs et à 16 % par des professionnels. Il représente curieusement 30,5 ECTS (et non de manière standard 30 ECTS), y compris l'anglais (20 heures) et un projet de travail personnel de 103 heures. Les différents tableaux donnant les répartitions horaires sont incohérents et ne permettent pas de saisir la réalité.

La spécialité est adossée à l'Institut de Recherche de l'Ecole Navale. La spécialité s'intègre en partie dans les champs disciplinaires de l'école doctorale des *Sciences de la mer* de l'Université Européenne de Bretagne ainsi que celles de l'école doctorale des *Sciences des métiers de l'ingénieur* de l'ENSAM. Les étudiants ont la possibilité de traiter un projet de recherche individuel tutoré au premier semestre du M2 avant d'effectuer le stage de six mois au second semestre. L'insertion dans le cadre du réseau Européen MENTOR permet de faire ce stage dans un laboratoire étranger. La spécialité s'inscrit dans les activités du pôle de compétitivité Pôle Mer Bretagne et bénéficie de ses adhérents industriels. Il n'est pas fait mention de formation continue ou par alternance.

La spécialité affiche en recrutement 10 places, mais la formation n'a atteint cet objectif qu'en 2010, tournant plus généralement entre 4 et 5 étudiants. 100 % des étudiants inscrits ont réussi le master M2. Sur 4 ans, seulement 10 % d'étudiants en moyenne continuent en doctorat, les autres étant tous en insertion professionnelle, ce qui est faible pour une mention déclarée recherche. Des problèmes de rémunération ou de financement de thèse sont évoqués pour expliquer cette situation.

La liste de l'équipe pédagogique indique 14 enseignants, dont 13 académiques, ce qui est en contradiction avec les 16 % d'intervenants professionnels annoncés en page 38. La validation des unités d'enseignement est à la discrétion des enseignants responsables. Un secrétariat dédié à la spécialité permet un suivi des étudiants et utilise les réseaux sociaux ou un contact classique pour obtenir l'information recherchée. 95 % des étudiants ont poursuivi une carrière en lien avec la spécialité.



- Points forts :
 - Thématique et domaine en pleine expansion.
 - Accords avec la Marine Nationale via l'Ecole Navale.
 - Adossement à la recherche via l'institut de recherche de l'Ecole Navale.

- Points faibles :
 - Une finalité recherche mal définie.
 - Aucune mutualisation.
 - Faible nombre d'étudiants.
 - Rédaction du dossier imprécise (équipe pédagogique et description des enseignements).

- Recommandations pour l'établissement :

Compte tenu du domaine concerné, qui nécessite la recherche de nouvelles technologies, il faudrait inciter les étudiants à se tourner vers la recherche.

L'établissement devrait, par ailleurs, veiller à la cohérence des données dans le dossier déposé.

Il conviendrait de mettre ne place une réelle évaluation des enseignements par les étudiants.



Sciences mécanique et ingénierie (SMI)

- Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômés délocalisés) :

Villeneuve D'Ascq - Ecole Polytechnique Universitaire de Lille.

Etablissement(s) en co-habilitation(s) au niveau de la spécialité :

Ecole Centrale de Lille, ENSAM Lille.

Délocalisation(s) : /

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

- Présentation de la spécialité :

Cette formation vise à former des experts en sciences mécaniques et en méthodologie expérimentale et numérique. Il s'agit d'une formation de haut niveau en lien avec le milieu professionnel et assez généraliste pour s'y adapter. Bien que dite indifférenciée, cette spécialité a une forte coloration recherche. Elle forme des cadres en recherche et développement dans le domaine des sciences mécaniques. Cette spécialité est suivie en double-cursus par des étudiants en écoles d'ingénieurs (Ecole Centrale de Lille, ENSAM Lille).

- Appréciation :

Cette spécialité, fortement colorée recherche, offre une formation généraliste, dont les contours sont difficiles à cerner. Le parcours (UE) spécifique de M1 (mécanique ou génie mécanique) ouvrant à cette spécialité n'est pas présenté. Au semestre 1 de M2, 18 ECTS sont obligatoires : 13 ECTS théoriques, 3 ECTS d'anglais et 2 ECTS de séminaires (recherche ?). Ensuite, les étudiants peuvent choisir 4 UE dans un large panel de 14 UE sans que l'on sache si ces UE sont toutes ouvertes chaque année. Le dernier semestre de la formation est consacré au stage de 4 à 6 mois en laboratoire (ou entreprise). Toutes les UE sont des cours magistraux de 24 heures à 30 heures assurées par 21 enseignants-chercheurs du Laboratoire de Mécanique de Lille (LML) ou de l'Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie (IEMN). Notons une contradiction du rapport : 17 intervenants de Lille 1, 13 extérieurs en p. 110, mais 8 extérieurs sur 21 intervenants en p. 113-114. Ce master est adossé à l'école doctorale *Sciences pour l'ingénieur*.

Des tableaux de synthèse permettent d'estimer à 60/65 % le nombre d'étudiants issus du M1 de la mention, mais il est difficile d'apprécier la part des étrangers. Le rapport indique que 1 à 2 étudiants *Erasmus Mundus* suivent aussi cette spécialité chaque année. Les étudiants inscrits à Lille 1 vont de 4 à 10 (flux en dents de scie et des tableaux avec des données différentes). Le nombre total d'étudiants est en légère chute : 28 étudiants en 2009/10 et 22 en 2012/13). Selon le tableau, on trouve 100 % de réussite ou 44 % en 2009/2010 et 70 % en 2011/2012 (hors double cursus). Le nombre des étudiants poursuivant en doctorat augmente (1 en 2009/2010 à 3 en 2011/2012), mais reste faible. D'après l'OFIP, sur 2007-2009, le taux d'insertion est de près de 88 % pour 23 réponses (sur 26 ?) : 100 % de postes stables de cadre dont 86 % dans le secteur privé, et 65 % poursuites d'études. Les taux de satisfaction sont de 79 % sur la formation mais de 29 % sur l'adéquation emploi / formation, un faible taux qui n'est pas analysé dans le dossier. Le rapport n'a pas su mettre en valeur la spécialité.

- Points forts :

- Bonne insertion professionnelle.
- Equipe pédagogique apparemment équilibrée.
- Forte ouverture à l'extérieur.
- Offre variée.



- Points faibles :
 - Profil et objectifs mal définis.
 - Pas suffisamment d'informations sur l'adossement à la recherche et poursuite en doctorat faible (pour une formation très orientée vers la recherche).
 - D'après les étudiants : une mauvaise adéquation entre formation et emplois.
 - Pas d'ouverture à l'international.
 - Modalités de suivi des étudiants trop floues.
 - Pas d'interventions de professionnels.
 - Pas assez de formations pratiques (TD, TP, ...).

- Recommandations pour l'établissement :

Se référer également aux recommandations déjà indiquées dans la partie mention.

Il serait souhaitable de mieux définir les contours de la spécialité et renforcer l'incitation à la recherche doctorale.

Il pourrait être envisagé d'intégrer de la pratique dans la spécialité afin de faciliter l'assimilation des cours.

La spécialité pourrait peut-être réduire son offre d'UE au choix et faire intervenir des professionnels pour être davantage en adéquation avec les besoins des entreprises (en développement et recherche).



Energie électrique et développement durable (Electrical engineering for sustainable development)

- Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômés délocalisés) :

Université Lille 1, Villeneuve d'Ascq.

Etablissement(s) en co-habilitation(s) au niveau de la spécialité :

Co-habilitation avec l'Ecole Centrale de Lille et Arts et Métiers ParisTech.

Délocalisation(s) : /

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

- Présentation de la spécialité :

Electrical engineering for sustainable development (E2SD) est une spécialité dont l'enseignement en S3 et S4 est dispensé en anglais. Elle est orientée recherche et a pour objectif la formation de cadres dans le domaine de l'innovation sur les systèmes électriques pour le développement durable ; elle couvre les moyens de production et actionneurs à haut rendement pour une meilleure efficacité énergétique. Elle est ouverte en double diplôme aux élèves ingénieurs de l'Ecole Centrale de Lille (ECL) et des Arts et Métiers ParisTech. Le stage en laboratoire est dans ce cas obligatoire et conseillé aux autres étudiants.

- Appréciation :

La formation est organisée en deux semestres de trois unités d'enseignement (UE) chacun, en S4 deux UE optionnelles sont au choix. La notion d'efficacité énergétique ne paraît pas très présente dans les UE proposées. L'anglais comme langue d'enseignement est un élément d'attractivité pour les étudiants étrangers et favorise la maîtrise de la langue et du lexique technique par les étudiants francophones. Cette ouverture à l'international facilitera l'avancement des dossiers de double diplôme avec les universités de Gand et de Harbin, en cours de montage. Naturellement, le flux d'étudiants étrangers est en augmentation : Il y a peut être un risque concernant l'évaluation académique des dossiers des étrangers. Par ailleurs, cela pose plus généralement le problème des conditions de sélection académique de cette option. La formation par la recherche est assurée à travers l'UE *séminaire scientifique*, le projet de recherche bibliographique et l'incitation à choisir un stage en laboratoire pour les étudiants en simple inscription. Le taux de réussite est de 83 % en moyenne sur cinq ans, avec semble-t-il (la statistique n'est pas précisée) plus de difficultés chez les étudiants étrangers. Quelques étudiants en double inscription renoncent devant le surcroît de travail. Le taux global de poursuite en doctorat est de 35 % et devient supérieur à 50 % pour les étudiants en simple inscription. Il n'y a pas de chiffres spécifiques pour la spécialité en ce qui concerne le devenir de ceux qui ne poursuivent pas en doctorat. Les intervenants sont essentiellement des enseignants-chercheurs des établissements qui co-habilitent la spécialité, et des chercheurs extérieurs sont invités pour des séminaires scientifiques.

- Points forts :

- Attractivité de la formation auprès des étudiants.
- Enseignement en anglais.
- Taux important de poursuite en doctorat.

- Points faibles :

- Difficultés des étudiants étrangers.
- Enseignement sur l'efficacité énergétique qui ne semble pas assez présent.



- Recommandations pour l'établissement :

Les moyens de sélection des candidats étrangers et l'évaluation objective de leur niveau réel devraient être un point de vigilance. Si le taux d'échec des étudiants étrangers est significativement plus élevé, il conviendrait élaborer des remédiations spécifiques (en particulier pour les non-francophones qui ne peuvent pas bénéficier d'une insertion en M1). Il faudrait veiller à développer la notion d'efficacité énergétique.

Energétique et environnement

La spécialité étant co-habilitée avec l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), établissement porteur, elle a été évaluée au cours de la vague D.

Mécanique des fluides, fondements et applications

La spécialité étant co-habilitée avec l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), établissement porteur, elle a été évaluée au cours de la vague D.



Observations de l'établissement

Réponse à l'Evaluation AERES de la mention de master

Fluides et Systèmes Energétiques

Juin 2014

Nous tenons à remercier tout d'abord les experts missionnés par l'AERES pour la qualité du travail réalisé concernant l'évaluation de la mention FISE.

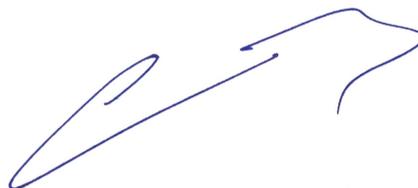
Ce rapport souligne une thématique globale très lisible ainsi qu'une attractivité externe importante. Il souligne aussi des points à améliorer. Le pilotage et l'animation de la mention et des spécialités qui en dépendent seront amendés de manière à les prendre en compte.

Ainsi, la mise en place d'un observatoire des métiers permet d'ores et déjà d'avoir un suivi plus structuré de nos étudiants. En particulier, un questionnaire adressé aux diplômés nous permettra d'avoir un suivi plus précis de leur devenir professionnel et d'adapter si nécessaire le contenu de la formation et le recrutement en fonction de ces retours.

Une réflexion au sein de l'établissement est prévue en vue d'uniformiser les procédures d'évaluation des enseignements qui existent actuellement mais sous une forme différente d'une spécialité à l'autre. Cela permettra aussi d'accroître la cohésion entre les spécialités.

Enfin, afin d'attirer plus d'étudiants de l'ENSAM à poursuivre en master et ainsi augmenter le taux de remplissage moyen, la formation initiale fera place avec la réforme en cours à une sensibilisation plus importante à la recherche dès la première année de la formation d'ingénieurs.

A Paris, le 3 juin 2014



Laurent Carraro

Directeur Général