

# HCERES

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

Formations et diplômes

## Rapport d'évaluation

### Master Turbulence

- Ecole Centrale de Lille
- ISAE-ENSMA (Poitiers) / ENSI Poitiers

Campagne d'évaluation 2014-2015

# HCERES

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

Formations et diplômes

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

Didier Houssin, président

---

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

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

Évaluation réalisée en 2014-2015

## Présentation de la formation

Établissement déposant : Ecole Centrale de Lille

Établissement(s) partenaire(s) : ISAE-ENSMA (Poitiers) / ENSI Poitiers

L'organisation de ce master est répartie entre Lille et Poitiers. Ainsi, tous les étudiants suivent le M1 à Lille et le M2 à Poitiers.

## Avis du comité d'experts

L'objectif premier de la formation est de former des spécialistes de haut niveau dans le domaine de la turbulence, à la fois sur le plan expérimental et sur le plan numérique, spécialistes qui doivent posséder également une bonne connaissance des disciplines connexes en interaction avec la turbulence, telles que la combustion, les écoulements diphasiques, les turbomachines, ... Le programme a pour ambition de former des spécialistes à l'intention à la fois des grandes entreprises européennes et de grands laboratoires de recherche. Le cursus proposé est en bonne adéquation avec les objectifs et ambitions affichés.

La formation est très bien positionnée au niveau de l'Ecole Centrale de Lille en M1 et au niveau de l'ISAE-ENSAM et de l'ENSIP en M2 puisqu'elle s'appuie à Lille sur le Laboratoire de Mécanique de Lille et à Poitiers sur l'Institut P' dont les thématiques de recherche présentent des liens forts avec les enseignements dispensés dans le cadre du master.

On note également un niveau de mutualisation des enseignements avec d'autres formations locales : ce niveau reste modeste en M1 à Lille (où 2 cours seulement sont mutualisés avec l'option « Mécanique avancée » de 3ème année de l'Ecole Centrale de Lille) et apparaît beaucoup plus marqué à Poitiers puisqu'une grande partie des cours est annoncée comme mutualisée avec l'ENSIP (Formation ingénieur « Energie ») et avec l'ISAE-ENSMA (master « Transports aéronautiques et terrestres »). Il n'est pas fait mention du master « Aeronautical Mechanics & Energetics » de l'ISAE-ENSMA mais il semble probable que le cours « Combustion Turbulente » soit partagé avec ce master.

La large place accordée dans le cursus aux projets de recherche personnels (10 ECTS sur 30 au semestre S2, 6 ECTS sur 30 au semestre S3) est très certainement une bonne préparation à l'intégration de laboratoires de recherche (dans la mesure où on imagine que ces projets personnels ont lieu pour l'essentiel au sein des laboratoires associés au master ou en lien en tout cas avec les activités de ces laboratoires).

Ce master a pour objectif la formation d'étudiants spécialistes de la turbulence et de ses applications (plutôt, d'ailleurs, dans un contexte d'applications industrielles que par rapport à des applications environnementales). De ce point de vue (spécialisation clairement affichée en turbulence), le positionnement semble très original puisque la plupart des masters ne considèrent la turbulence que comme une des briques constituant une formation en mécanique des fluides ou en aéronautique/aérospatial. Le contenu des enseignements semble judicieusement choisi, même si le grand nombre de cours électifs (d'une durée de seulement 20 h chacun) peut faire penser à une trop grande dispersion des thèmes abordés, et donc une formation un peu trop superficielle pour les étudiants (c'est notamment le cas des modules sur les écoulements diphasiques, la combustion, les turbomachines ou l'aéro-acoustique).

Cette formation n'est pas faite en apprentissage ni avec contrat de professionnalisation. Elle est intégralement enseignée en anglais et essentiellement assurée par des enseignants-chercheurs et des chercheurs CNRS dont les compétences dans leurs domaines respectifs sont largement reconnues au niveau international... L'implication des industriels semble assez faible à la lecture du dossier.

Sur les 16 diplômés de la période 2011-2014, 6 d'entre eux se sont insérés dans la vie professionnelle l'année suivant l'obtention du diplôme. Il aurait été intéressant de disposer de davantage de précisions sur les entreprises ayant recruté ces diplômés (secteur d'activités, localisation, ...) et sur le nombre de ces étudiants qui ont poursuivi leurs études par une thèse et dans quel domaine (milieu exclusivement académique ou impliquant également le secteur industriel au travers de bourses de type CIFRE par exemple).

## Éléments spécifiques de la mention

<p>Place de la recherche</p>	<p>La place de la recherche dans cette formation apparaît très forte. Les étudiants bénéficient de l'expertise des enseignants-chercheurs et chercheurs des laboratoires associés à la formation (LML à Lille, Institut P' à Poitiers) sur l'ensemble des enseignements dispensés.</p>
<p>Place de la professionnalisation</p>	<p>La place de la professionnalisation apparaît nettement moins marquée. La fiche RNCP mentionne des interventions courtes (conférences, séminaires, présentation des enjeux dans le domaine industriel, ...) de représentants du monde socio-professionnel mais ces interventions n'apparaissent pas explicitement dans la maquette de la formation. Les entreprises apparaissent naturellement au niveau de l'offre de stages de master mais ne semblent pas être impliquées par exemple dans les projets de recherche personnels des semestres S2 et S3.</p>
<p>Place des projets et stages</p>	<p>La place du stage final ou de la thèse de master est standard. La place des projets de recherche personnels ou projets tutorés semble en revanche particulièrement importante. Le semestre S2 contient ainsi 202 heures d'enseignement scientifique (volume relativement faible) dont 100h de projets personnels soit pratiquement 50% du volume d'enseignement. Peu de détails sont fournis sur le déroulement pratique de ces projets et sur les moyens mis à disposition pour les réaliser.</p>
<p>Place de l'international</p>	<p>Le recrutement est clairement international (il aurait été intéressant de disposer de quelques informations sur l'origine des étudiants recrutés : Europe / hors-Europe, type de formation initiale : Bachelor of sciences (Bsc) en Mechanical Engineering majoritairement ?). Un soin particulier est apporté à l'intégration de ces étudiants étrangers.</p> <p>Le dossier mentionne la mise en place de nouveaux accords de double-diplôme au niveau master. Ce point semble particulièrement important dans la mesure où de tels accords peuvent assurer la pérennité de la formation en assurant un flux suffisant d'étudiants.</p>
<p>Recrutement, passerelles et dispositifs d'aide à la réussite</p>	<p>Recrutement réalisé par une commission d'admission, sur examen du dossier. 1 à 2 étudiants régulièrement recrutés dans le cadre du réseau Top Industrial Managers for Europe TIME / TIME Overseas. Mention de cours de mise à niveau (hors maquette) mais sans plus de précision. Période conséquente (4 mois) entre la fin du M1 et le début du M2 afin de permettre notamment la préparation des examens de seconde session du M1 fin août / début septembre.</p>
<p>Modalités d'enseignement et place du numérique</p>	<p>La place accordée au numérique semble très importante (salle à disposition des élèves à Lille, en particulier), de même que celle accordée à la modélisation (très large spectre couvert, sur un nombre d'heures très conséquent). Par contre, les modalités d'enseignement ne sont pas décrites de façon précise, de même que le contenu et l'organisation des projets (qui représentent un nombre conséquent d'heures, tant en S2 qu'en S3).</p>
<p>Evaluation des étudiants</p>	<p>Modes d'évaluation des étudiants pas vraiment précisés sur les matières de base en physique (de la turbulence et applications) et en mathématiques. Les experts pensent qu'il s'agit d'examens écrits classiques. Y a-t-il aussi une forme de contrôle continu ou de mini-projets dans certaines matières ?</p>
<p>Suivi de l'acquisition des compétences</p>	<p>Il n'a pas été trouvé d'information sur ce point. Des informations sont peut-être disponibles dans l'ADD mais celle-ci n'a pas été fournie pour l'évaluation.</p>

Suivi des diplômés	Il est fait mention dans le dossier d'un réseau des alumni mais le lien proposé ne semble pas opérationnel. En revanche, le site du master inclut une rubrique « Alumni » et un lien vers un groupe LinkedIn. La rubrique mentionne une centaine de diplômés mais semble alors inclure les diplômés d'un master pré-existant (puisque la formation expertisée a ouvert en 2010 avec 16 diplômés depuis).
Conseil de perfectionnement et procédures d'autoévaluation	Ce conseil n'existe pas actuellement ; sa mise en place est prévue prochainement. Il est fait mention de réunions de l'équipe pédagogique au moment des différents jurys et en particulier d'une réunion d'échange élargie aux étudiants qui se tient à l'issue des soutenances de master et permet un retour sur le contenu et le déroulement de la formation. Un questionnaire concernant l'évaluation des enseignements est renseigné par les étudiants.

## Synthèse de l'évaluation de la formation

### Points forts :

- Formation de très bon niveau dispensée par une équipe enseignante disposant d'une excellente expertise.
- Très bonne cohérence avec les thématiques de recherche des laboratoires qui fournissent l'essentiel du corps enseignant et, probablement, les opportunités de projets de recherche personnels.
- Le fait de dispenser la formation sur 2 sites (Lille au M1 et Poitiers au M2) est effectivement un atout puisque des points de vue sans doute complémentaires sont apportés aux étudiants. Les enseignements dispensés sur les 2 sites apparaissent d'ailleurs bien complémentaires.
- Le mot-clé « Turbulence » (et non pas « Aéronautique » ou « Transports » ou encore « Energie ») est également un atout dans la mesure où il donne un positionnement original à la formation.
- Disposition d'une salle d'étude dédiée aux étudiants du master et équipée d'ordinateurs permettant de travailler aux enseignements de méthodes numériques et sans doute également sur les projets tutorés.

### Points faibles :

- L'effectif reste globalement assez faible, en-deçà de l'effectif-cible (10 étudiants). L'effectif-cible semble lui-même difficilement compatible avec l'offre de modules électifs puisque ce choix de modules diminue encore le nombre d'étudiants par cours. Il n'est pas indiqué si cette cible de 10 étudiants correspond réellement à « l'équilibre économique » de la formation. Le taux de sélection n'est pas non plus indiqué, ce qui aurait permis de fournir une information sur le niveau de sélection réelle des étudiants à l'entrée et sur la marge de manœuvre qui pourrait permettre d'atteindre un meilleur équilibre économique si besoin.
- Le volume horaire attribué aux disciplines connexes en interaction avec la turbulence peut être jugé parfois insuffisant au regard de la discipline enseignée (turbomachines, écoulements diphasiques). Un risque existe de rester alors sur un niveau trop superficiel qui pourrait pénaliser les étudiants par rapport à leur stage ou à une embauche.
- La très large place accordée aux projets de recherche personnels suppose de disposer sur le long terme, à la fois au S2 et au S3, d'un volant suffisant de tels projets (en particulier si l'effectif-cible de 10 étudiants est bien atteint) et des moyens (numériques, expérimentaux) associés pour les mener à bien.
- Faiblesse d'intervention des professionnels et des intervenants industriels dans l'équipe pédagogique, même s'ils interviennent sans doute sous forme de conférences ou dans l'encadrement de certains projets (ce qui n'a pas été détaillé clairement dans les documents dont les experts disposaient).

## Conclusions :

Le caractère bi-sites de la formation demande un effort particulier pour veiller à la cohérence des enseignements entre M1 et M2, effort qui devra être maintenu.

Des ouvertures complémentaires du côté des applications environnementales (dispersion/mélange de contaminants, écoulements géophysiques, etc.) pourraient être envisagées, mais avec le risque d'offrir plus d'éléments sur des domaines couvrant alors un spectre encore plus large. On peut néanmoins se poser la question, sur le moyen terme, de s'orienter davantage vers ces enjeux sociétaux très importants qui sont liés à l'environnement. Une telle évolution de la formation pourrait d'ailleurs correspondre à une évolution des thématiques de recherche dans les laboratoires associés au master.

Il faudrait veiller à une ouverture plus large vers des industriels. En particulier, si l'on pense à des problématiques environnementales, des intervenants par exemple en provenance des centres de recherche d'EDF pourraient facilement intégrer l'équipe pédagogique.

On pourrait faire passer des cours optionnels en tronc commun (LES : Large Eddy Simulation, DNS : Direct Numerical Simulation) ou intégrer dans un même semestre le cours sur les méthodes expérimentales (actuellement en S1) et les TP expérimentaux (actuellement en S2).

Les logiciels disponibles (commerciaux ou Open Source) tant pour la formation que pour les projets tutorés pourraient être mis plus en avant, à la fois dans le rapport fourni pour l'évaluation, mais surtout vis-à-vis des étudiants. Ce pourrait être un bon argument d'appel vis-à-vis de la grande variété des logiciels de CFD (Computational Fluid Dynamics) qui sont actuellement disponibles.

# Observations de l'établissement



M. Jean-Marc GEIB  
Section des formations et des  
diplômes  
HCERES  
20 rue Vivienne  
75002 Paris

Villeneuve d'Ascq le 22 juin 2015

Madame,

Je vous remercie pour ce rapport d'évaluation du master Turbulence sur lequel nous n'avons aucune observation à faire et qui nous aidera à améliorer cette offre de formation à vocation internationale.

Bien cordialement.

Emmanuel DUFLOS

Directeur de Centrale Lille