

HCERES

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

Formations et diplômes



Rapport d'évaluation

Master Mécanique aérospatiale et avionique

- Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace

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,¹

Didier Houssin, président

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

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

Évaluation réalisée en 2014-2015

Présentation de la formation

Établissement déposant : Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace

L'ISAE-SUPAERO est un établissement de formation, reconnu dans le domaine aérospatial, qui bénéficie de l'implantation sur le site de Toulouse où sont présents de nombreux acteurs industriels. Le master « Mécanique aérospatiale et avionique » est un des trois « master of science » pour lesquels l'ISAE-SUPAERO est habilité. L'objectif du master est la formation de spécialistes scientifiques internationaux de haut niveau dans le domaine aérospatial.

Avis du comité d'experts

La formation est très lisible et se déroule sur deux ans (60 ECTS en M1 et 60 ECTS en M2) avec 3 semestres de formation et un semestre de projet de fin d'étude. Le M1 comporte des enseignements de tronc commun et de langues (37 ECTS : maths, aeronautical engineering et français langue étrangère pour les non francophones). Le 2e semestre comprend, en plus d'enseignements de tronc commun et de langue, un parcours de spécialisation (3 choix proposés) et un projet de recherche effectué dans un département de l'école. Le 3e semestre propose un choix de 5 parcours de spécialisation (majeures : Fluid Mechanics, Guidance and Control, Aerospace Structures, Helicopters, Aeronautical Engineering) avec la poursuite du projet débuté au 2e semestre et des langues. La formation contient 1 projet de recherche de 10 ECTS en M1 (S2) et 1 projet de recherche de 6 ECTS en M2 (S3). Les 5 parcours (majeures) semblent pratiquement indépendants, mais le dossier fait abstraction de cette réalité, ne permettant pas une analyse par spécialité. Le 4e semestre est le projet de fin d'étude.

Les enseignements sont dispensés en anglais avec une spécialisation progressive sur les quatre semestres. Les cours sont conformes aux exigences d'un master de mécanique aérospatiale et avionique et cohérents par rapport aux débouchés. 51 h de formation en langue par semestre permettent une bonne insertion des étudiants étrangers non francophones.

Les intitulés très clairs des enseignements, grâce à leur caractère orienté objet, donnent une excellente lisibilité du contenu de la formation et contribuent fortement à l'attractivité du master face à son public international.

Cette formation d'excellence à vocation internationale s'appuie sur les départements de recherche de l'ISAE et l'Institut Clément Ader ainsi que sur des interventions extérieures (Office National d'Etudes et recherches Aérospatiales (ONERA) , industries aérospatiales). Le nombre de candidats à cette formation est en forte croissance. D'après les éléments disponibles, la quasi-totalité des étudiants diplômés sont insérés professionnellement ou poursuivent des études en thèse, un an après la délivrance de leur diplôme.

L'ISAE-SUPAERO est un établissement de formation reconnu dans le domaine aéronautique, qui bénéficie de son implantation sur le site de Toulouse. Ce master présente une forte complémentarité avec le master « Systèmes aéronautiques et spatiaux » avec des passerelles possibles entre la 1e et la 2e année.

La réussite de la formation est directement liée au nombre élevé et croissant de candidatures internationales de haut niveau. Pour cette raison, un réseau important de prospection et de promotion a été mis en place (industrie aérospatiale, partenariats internationaux de l'ISAE, Direction Générale de l'Armement (DGA), ambassades, etc.). L'accroissement du nombre de candidatures permet de maintenir une sélection très exigeante (notes, qualité de l'établissement d'origine, jury ISAE expérimenté avec une bonne connaissance du niveau des formations internationales...).

Un autre point fort pour l'attractivité internationale du master est constitué par les efforts très importants d'accompagnement des candidats et/ou étudiants internationaux dans toutes leurs démarches, dès le 1er contact (démarches administratives, hébergement, intégration forte dans la vie de l'école et avec les élèves-ingénieurs ...).

L'équipe enseignante de l'ISAE est constituée de 81 enseignants-chercheurs dont 35 sont titulaires de l'HDR. Les étudiants du master bénéficient d'un environnement scientifique qui va au-delà de l'ISAE, à travers l'ensemble des établissements et laboratoires de recherche de Toulouse. En outre, les liens entre les équipes de recherche de l'ISAE et celles de l'ONERA constituent un environnement favorable. Par ailleurs plus de 180 intervenants extérieurs,

essentiellement industriels locaux, participent aux enseignements de la formation. Il s'agit d'intervenants industriels confirmés (HDR, ou Doctorat, +5 ans d'expérience professionnelle, ou Ingénieur+10 ans pour une responsabilité de cours). Le pilotage de la formation est réalisé par le corps enseignant de l'ISAE.

L'effectif est globalement croissant avec 37 étudiants en M2 en 2014 et un objectif affiché de 50 étudiants en 2019. Le taux de réussite est élevé. Il y a une forte sélectivité avec 37 étudiants retenus sur 226 candidatures en 2014. D'après les éléments disponibles la quasi-totalité des étudiants diplômés sont insérés professionnellement ou poursuivent des études en thèse, un an après la délivrance de leur diplôme. Les statistiques de 2009-2010 à 2011-2012 (taux de réponse -75 %) révèlent -80 % d'insertion professionnelle réussie 1 an après l'obtention du diplôme, mais ce chiffre chute en 2012-2013 à 63% (l'échantillon de réponses 2013-2014 est trop faible pour être analysé). Environ 20 % des diplômés poursuivent leurs études.

Éléments spécifiques de la mention

Place de la recherche	La recherche s'appuie sur les départements de recherche de l'ISAE et l'Institut Clément Ader (ICA). La grande majorité des intervenants provient soit de l'ONERA soit des grands services R&D de l'industrie aérospatiale. Les étudiants sont en contact direct avec des acteurs de la recherche aérospatiale française. Environ un quart des diplômés poursuit des études (vraisemblablement en doctorat).
Place de la professionnalisation	Plus de 180 intervenants extérieurs, essentiellement industriels locaux, participent aux enseignements de la formation. L'intégration de l'ISAE dans le paysage de l'industrie aérospatiale française et le très grand nombre d'acteurs de R&D industrielle et institutionnelle participant à la formation garantissent une adéquation de la formation en termes de débouchés professionnels des diplômés.
Place des projets et stages	Un stage de recherche est mené au cours des 2 ^e et 3 ^e semestres (respectivement 10 et 6 crédits européens) et un projet de fin d'études à temps plein est réalisé au 4 ^e semestre (30 crédits européens).
Place de l'international	Le recrutement est essentiellement international ainsi que les débouchés professionnels.
Recrutement, passerelles et dispositifs d'aide à la réussite	Il y a une forte sélectivité avec 37 étudiants retenus sur 226 candidatures en 2014. Il existe une complémentarité avec le master « Systèmes aéronautiques et spatiaux » avec des passerelles possibles entre la 1 ^e et la 2 ^e année. Des efforts très importants sont déployés pour la promotion internationale de la formation et pour susciter des candidatures de qualité et en nombre suffisant. Un suivi personnalisé des étudiants est assuré. En revanche, il faudra être vigilant pour s'assurer que l'objectif visé d'un flux de 50 étudiants soit réaliste et cohérent avec une bonne insertion professionnelle (les chiffres d'insertion professionnelle de 2013-2014, suite à la forte croissance des effectifs, soulignent ce besoin).
Modalités d'enseignement et place du numérique	Les enseignements se répartissent entre des cours en petits groupes, des bureaux d'étude, des travaux dirigés et des travaux pratiques. Il n'y a pas d'élément du dossier qui permet de juger de la place du numérique dans la formation.
Evaluation des étudiants	L'évaluation s'effectue par des contrôles à la fin de chaque module.
Suivi de l'acquisition des compétences	Des réunions bilans sont organisées avec les délégués des élèves à la fin de chaque semestre. Le diplôme est reconnu par l'industrie aérospatiale. Il est assorti d'une fiche RNCP.

Suivi des diplômés	Une enquête relative à l'insertion professionnelle des étudiants est réalisée l'année suivant la délivrance du diplôme. Le taux de réponse est voisin de 75%.
Conseil de perfectionnement et procédures d'autoévaluation	Le conseil de perfectionnement comprend des représentants d'Airbus, Airbus Helicopters, Dassault aviation, Thalès, Altran, Aerocampus Aquitaine, CNES, ENAC, et également des acteurs de l'école. Il assure ainsi une bonne coordination entre la formation et le milieu industriel. Les procédures d'autoévaluation sont assurées dans le cadre de la certification ISO 9000–2000 de l'école, obtenue en 2010 et renouvelée en 2013. Des réunions de bilan sont organisées entre les représentants des étudiants et les responsables de la formation. Une application intranet en anglais permet de recueillir l'appréciation des étudiants dans chaque module.

Synthèse de l'évaluation de la formation

Points forts :

- Une formation orientée vers les débouchés avec un accent particulier sur la recherche appliquée de haut niveau.
- Une grande attractivité avec un recrutement international au niveau L3, un effectif en M1 en forte augmentation, et un taux de réussite en M2 élevé (99 % entre 2010 et 2014).
- Le très bon environnement aérospatial toulousain et le réseau ISAE couplés à une forte relation avec l'industrie de pointe.
- Un effort soutenu pour intégrer les étudiants de cette formation internationale dans la vie de l'école et à la culture française.

Points faibles :

- La volonté d'augmenter l'effectif à 50 étudiants en 2019 ne devrait pas se faire au détriment de l'excellence de la formation et de l'encadrement.

Recommandations :

- Il serait judicieux, tout en maintenant le haut niveau de recherche technologique actuelle, de sensibiliser les étudiants à des perspectives futures (propulsion électrique, contrôle généralisé des écoulements, perspectives pas si futuristes de transport aéroporté individualisé, ...).
- La participation des enseignants-chercheurs de l'ISAE n'apparaît pas dans les documents disponibles; la place de la recherche au niveau des stages, mériterait une meilleure information.
- Le M2 est en réalité constitué de 5 majeures (spécialités) pratiquement indépendantes, mais le dossier fait abstraction de cette réalité, ne permettant pas une analyse par spécialité; d'ailleurs, une réflexion sur l'interaction (voire la perméabilité) entre spécialités serait probablement très utile.

Conclusions :

Le master possède une grande attractivité internationale, il est encore en phase de croissance de son effectif et présente un taux de réussite très élevé. Il s'intègre parfaitement dans le contexte socio-économique aéronautique toulousain. Il profite d'un réseau international (sous l'égide de l'industrie aérospatiale française) ainsi que d'une

intégration très efficace dans les structures de recherche appliquée (ONERA , R&D des grandes industries aérospatiales) mais également fondamentale (ICA , ISAE-Recherche, autres laboratoires de la Communauté d'Universités d'Etablissements Toulouse Midi-Pyrénées « Université de Toulouse » (COMUE UT) : Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes (LAAS), Laboratoire Plasma et Conversion d'Energie (Laplace), Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT), etc.). L'intégration de ses diplômés est excellente grâce à une formation de qualité avec une importante participation d'intervenants industriels scientifiquement confirmés. La formation met en avant un objectif réaliste d'accroître ses effectifs de 20 à 25% dans la période 2016-2021 tout en maintenant la qualité du recrutement par l'augmentation simultanée du nombre de candidatures.

Observations de l'établissement

Le Directeur Général

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

Affaire suivie par :
Didier Delorme
Tel. : 05.61.33.80 15
didier.delorme@isae-supaero.fr

Objet : Observations concernant l'évaluation du master «Mécanique aérospatiale et avionique» de l'ISAE-SUPAERO

Monsieur le Directeur,

Le rapport d'évaluation réalisé par l'AERES résultant de l'expertise du master « Mécanique aérospatiale et avionique » fournit un ensemble d'observations et de remarques très riche que l'ISAE prendra en compte.

Trois recommandations sont contenues dans le rapport : la sensibilisation plus grande des étudiants aux perspectives futures dans l'aéronautique et l'espace, l'amélioration de la visibilité de la participation des enseignants-chercheurs au programme et de la place de la recherche au niveau des stages, enfin la conduite d'une réflexion sur l'interaction entre les majeures. Concernant le deuxième point, nous améliorerons encore à l'avenir la présentation du programme afin que ces informations soient clairement accessibles.

La première et la troisième recommandation concernent le contenu du programme et son architecture. La sensibilisation des étudiants aux perspectives futures du secteur aéronautique et spatial est traitée aujourd'hui au travers de conférences régulièrement organisées dans l'établissement et s'adressant à l'ensemble des étudiants. L'apport de ces conférences à la formation de master sera davantage souligné à l'avenir.

La réflexion sur l'interaction entre majeures, entamée dans la perspective de l'offre de masters 2016, sera intensifiée suivant la dernière recommandation. Certains projets de recherche des semestres 2 et 3 associent déjà des étudiants de différentes majeures mais il est certainement possible d'aller plus loin en permettant une plus grande perméabilité des majeures, pour reprendre le terme du rapport, favorisant une approche système sans remettre en cause ni la cohérence des parcours de formation des étudiants ni la possibilité de poursuivre des études doctorales à l'issue du master.

En espérant que ces éléments compléteront utilement le rapport, je vous remercie, vous-même et vos collaborateurs, pour ce rapport d'évaluation et reste à votre disposition pour vous fournir toutes informations nécessaires.

Je vous prie d'accepter, Monsieur le Directeur, mes salutations distinguées.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'O' followed by a vertical line and a horizontal line crossing it, with a long horizontal stroke extending to the right.

Olivier Lesbre
Directeur Général de l'ISAE