

# RAPPORT D'ÉVALUATION

Champ de formation Sciences et technologies  
pour l'aéronautique et l'espace

Institut supérieur de l'aéronautique et de  
l'espace – ISAE-SUPAERO

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2019-2020**  
VAGUE A

Rapport publié le 23/07/2020



Pour le Hcéres<sup>1</sup> :

Nelly Dupin, Président par  
intérim, Secrétaire générale

Au nom du comité d'experts<sup>2</sup> :

André Schaaf, Président

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

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

<sup>2</sup> Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2).

## ÉVALUATION RÉALISÉE EN 2019-2020 SUR LA BASE DE DOSSIERS DÉPOSÉS LE 20 SEPTEMBRE 2019

Ce rapport contient, dans cet ordre, l'avis sur le champ de formations *Sciences et technologies pour l'aéronautique et l'espace* et les fiches d'évaluation des formations qui le composent.

- Master Aéronautique et espace
- Master Énergétique, thermique
- Master Génie mécanique
- Master Mathématiques et applications
- Master Réseaux et télécommunications
- Master Sciences de l'univers et technologies spatiales

## PRÉSENTATION

L'Institut a créé le « Groupe ISAE » auquel ont adhéré l'ENSMA (École nationale supérieure de mécanique et d'aérotechnique localisée à Poitiers), l'ESTACA (École supérieure des techniques aéronautiques et de construction automobile localisée à Montigny-le-Bretonneux), l'École de l'Air, SUPMÉCA (Institut supérieur de mécanique de Paris localisée à Saint-Ouen) et l'ESTIA (École supérieure des technologies industrielles avancées localisées à Bidart), les écoles qui ont en commun d'adresser les milieux de l'aéronautique et du spatial. Afin de se distinguer du Groupe, l'école utilise comme nom d'usage ISAE-SupAéro.

L'ISAE-SupAéro est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel (EPSCP) assurant la recherche et l'enseignement supérieur, jouissant de la personnalité morale et de l'autonomie pédagogique, scientifique, administrative et financière. Il résulte de la fusion en 2007 de l'École nationale supérieure d'ingénieurs de construction aéronautiques (ENSICA) et de l'École nationale de l'aéronautique et de l'espace (ENSAE dite « SupAéro »). Il est habilité par la commission des titres d'ingénieurs (CTI) à délivrer un diplôme d'ingénieur ISAE-SupAéro, ainsi que des diplômes nationaux de master et de doctorat.

L'objectif de l'Institut, en s'appuyant sur les trois piliers que sont l'enseignement, la recherche et l'innovation, est de proposer un large éventail de formations de très haut niveau afin de répondre aux besoins des industries aérospatiales françaises et européennes. Son ambition est d'attirer les meilleurs étudiants intéressés par le monde aérospatial, comme les départements Aerospace engineering ou Aero-Astro des grandes universités américaines (Stanford, CalTech, MIT, Georgia Tech) ou européennes (TU Delft, TU Munich, TU Stuttgart, Cranfield).

Le champ de formations *Sciences et technologies pour l'aéronautique et l'espace*, objet du présent rapport d'évaluation est mis en œuvre dans le cadre de l'ISAE-SupAéro en coaccréditation avec d'autres établissements : École Nationale de l'Aviation Civile – ENAC ; École nationale supérieure des Mines d'Albi-Carmaux - IMT Mines Albi ; Institut National Polytechnique de Toulouse – Toulouse INP ; Institut national des sciences appliquées de Toulouse – INSA Toulouse ; Université Toulouse III - Paul Sabatier (UPS) ; Université Toulouse 1 Capitole.

L'offre de formation de ce champ est composée de six masters, un diplôme d'ingénieur, quinze diplômes d'établissement (mastères spécialisés), des certificats, de la formation continue. L'ISAE-SupAéro est de plus accrédité pour la délivrance de doctorats au sein de six écoles doctorales. Le présent rapport s'attache à l'évaluation des six mentions de master. Un parcours d'une de ces mentions est mis en œuvre à l'Institut (master *Aéronautique et espace*, créée à la rentrée 2016-2017), les cinq autres masters coaccrédités étant des mentions relevant du champ de formations master *Sciences et ingénierie* de l'UPS, et qui sont :

- master *Énergétique, thermique*
- master *Génie mécanique*
- master *Mathématiques et applications*
- master *Réseaux et télécommunications*
- master *Sciences de l'univers et technologies spatiales*

L'ISAE-SupAéro accueillait, à la rentrée 2018, 1 707 étudiants dont 187 élèves inscrits en master (hors doubles-inscriptions) et 996 élèves-ingénieurs. La même année il a délivré 73 diplômes de master *Aéronautique et espace*.

## AVIS GLOBAL

Cinq des six mentions présentées dans ce champ master *Sciences et technologies pour l'aéronautique et l'espace* ayant été analysées dans le rapport concernant le champ master en *Sciences et Ingénierie* de l'UPS, on se reportera à ce dernier pour de plus amples informations. La mention master *Aéronautique et espace* est quant à elle analysée dans le rapport champ *Transport aérien* de l'ENAC.

En ce qui concerne le dossier d'autoévaluation de l'ISAE-SupAéro, on peut souligner la cohérence de l'ensemble de l'offre (master, diplôme d'ingénieur, doctorat, formation continu) et sa complémentarité. L'établissement s'inscrit de plus dans une démarche qualité marquée, et appréciable, avec une certification ISO 9001, renouvelée en février 2019.

Le pilotage du niveau master s'appuie sur un conseil de perfectionnement des formations master, comportant judicieusement des personnalités extérieures et des représentants des étudiants.

Parmi les objectifs affichés dans le dossier de l'établissement, l'attractivité à l'international (une cible de 40 % d'étudiants étrangers, des formations entièrement en anglais) est centrale. C'est un point fort des formations qu'accompagne ou que porte l'ISAE-SupAéro. En termes d'innovation pédagogique, un conseiller pédagogique et un ingénieur accompagnent les équipes enseignantes et en termes d'appui sur le numérique, une cellule dédiée a été mise en place en 2018.

L'ancrage recherche est solide, avec un appui sur des laboratoires reconnus. Le projet prévoit un accroissement, réaliste, du taux de poursuite en doctorat. L'innovation est soutenue par l'établissement, qui développe par exemple un espace dédié à l'entrepreneuriat (InnovSpace). Les liens avec le monde socio-économique sont largement développés, avec les principales entreprises européennes du secteur aéronautique et spatial. Ces liens bénéficient aux étudiants des formations de master, et se traduisent par une qualité remarquable de l'insertion professionnelle.

# FICHES D'ÉVALUATION DES FORMATIONS



## MASTER AÉRONAUTIQUE ET ESPACE

Établissements : École nationale de l'aviation civile – ENAC ; Institut national polytechnique de Toulouse – Toulouse INP ; Institut national des sciences appliquées de Toulouse – INSA Toulouse ; Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace – ISAE-SupAéro ; École nationale supérieure des Mines d'Albi-Carmaux – IMT Mines Albi

### PRÉSENTATION DE LA FORMATION

Le master *Aéronautique et espace* créé à la rentrée 2016-2017 et destiné à un public principalement international est co-accrédité entre cinq établissements. Il couvre un large domaine du secteur aéronautique et spatial au travers de six parcours complémentaires délivrés en formation initiale en présentiel et en anglais : *Aerospace Systems, Navigation and Telecommunications (AS-NAT)* à l'ENAC ; *International Air Transport Operations Management (IATOM)* à l'ENAC ; *International Air Transport System Engineering and Design (IATSED)* à l'ENAC ; *Aerospace Materials Design, Manufacturing and Innovation Management (AeroMat Innovation)* à IMT Mines Albi ; *Electronic Systems for Embedded and Communicating Applications (ESECA)* à l'INP Toulouse et INSA Toulouse ; *Aerospace Engineering (MAE)* à l'ISAE-SupAéro. Dans chacun des parcours, une formation théorique et méthodologique de haut niveau permet d'envisager des débouchés comme ingénieur d'études, de recherche et développement, méthode, logistique, chef de projets dans les grands groupes internationaux du secteur ou dans les centres ou organismes de recherche. Une poursuite en formation doctorale est également possible.

### ANALYSE

#### Finalité

La finalité de la formation est clairement exposée ainsi que les connaissances et compétences attendues. L'objectif est de former des spécialistes dans les domaines suivants : innovation des structures et matériaux, systèmes électroniques embarqués et communicants, ingénierie aéronautique et spatiale, ingénierie des systèmes de transport aérien, géolocalisation, navigation et télécommunications et organisation des opérations d'un système de transport aérien. Le contenu de la formation répond très bien à ces objectifs en associant des enseignements scientifiques de haut niveau, un nombre conséquent de projets d'application et des enseignements transversaux de type gestion de projet, langues et culture. Les emplois visés sont clairement exposés et en adéquation avec la formation, comme l'est la poursuite d'études en doctorat. L'adéquation de la formation avec les postes occupés semble suivie mais les données qualitatives ne sont pas présentées dans le dossier.

### Positionnement dans l'environnement

Le master *Aéronautique et espace* a été élaboré en concertation entre les établissements de l'Université fédérale Toulouse Midi-Pyrénées conduisant à une très bonne cohérence et complémentarité de l'offre au niveau régional. Le master vient en complément des formations d'ingénieurs des établissements et se distingue principalement par le public international ciblé.

Le master bénéficie de partenariats industriels riches en région Occitanie, ce qui se traduit par la participation aux enseignements (cependant inégale selon les parcours) mais également aux instances de la formation.

La recherche académique internationalement reconnue est également très présente dans la formation avec l'ENAC-Recherche, ISAE-Recherche, l'Institut Clément Ader, le laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes LAAS-CNRS, le laboratoire Laplace et l'Institut de recherche en informatique (IRIT) de Toulouse. Le master s'inscrit pour deux des établissements dans la récente École universitaire de recherche (EUR) Toulouse Graduate School of Aerospace Engineering renforçant son attractivité par l'attribution de bourses.

Le positionnement est clair, seuls quatre autres masters de la même mention coexistent à l'échelle nationale. Le positionnement international est renforcé par le recrutement d'étudiants internationaux (45 nationalités différentes identifiées) ainsi que par des partenariats académiques internationaux formalisés pour quatre des six parcours. Le positionnement par rapport à d'autres formations de niveau équivalent au niveau international n'est pas mis en évidence.

### Organisation pédagogique

L'organisation pédagogique est claire avec six parcours-types ne partageant pas de tronc commun. Ils sont organisés en trois semestres académiques et un semestre de projet de fin d'études, chacun permettant d'acquérir 30 crédits ECTS. De l'optionalité est proposée dans trois des six parcours dès le deuxième semestre pour MAE et IATOM ou au troisième pour AeroMat Innovation. Le tronc commun représente alors entre 50 % et 90 % du volume total d'enseignement. L'enseignement se fait de manière classique en présentiel.

La professionnalisation se fait progressivement au travers d'un volume conséquent de projets, d'interventions d'industriels du secteur, d'enseignements transverses dédiés à la gestion de projet et enfin du stage de fin d'études.

La recherche est présente dans la formation au travers de l'implication des enseignants-chercheurs, des projets de recherche et des stages de fin d'études en laboratoire ou service recherche et développement d'entreprises, de manière plus ou moins prégnante selon les parcours.

Des tiers-temps sont aménagés pour les étudiants en justifiant le besoin. La procédure de validation des acquis de l'expérience n'est pas explicitée car aucun cas ne s'est encore présenté.

Les étudiants disposent d'un espace numérique de travail, utilisent des massive open online course (MOOC), amphithéâtres actifs ou encore l'apprentissage par projets et par problèmes, mais la part de ces activités n'est pas spécifiée. L'ouverture internationale étant très forte, l'enseignement se fait en anglais, mais un volume important d'enseignement du français langue étrangère (FLE) est présent à chaque semestre. La fiche du répertoire national des certifications professionnelles (RNCP) devra être mise à jour au niveau de la mention et les suppléments au diplôme par parcours devront être rédigés et délivrés aux diplômés.

### Pilotage

On note une disparité importante sur la composition de l'équipe pédagogique en fonction des parcours-types. Le pourcentage horaire d'interventions d'industriels peut ainsi varier de 0 % (AS-NAT, ESECA, IATSED) à plus de 25 % (AeroMat Innovation). Par conséquent, la part d'enseignants-chercheurs est aussi inégale, avec des sections du conseil national des universités adéquates pour AeroMat Innovation, AS-NAT, ESECA et non précisées pour IATOM et IATSED. Les enseignants-chercheurs intervenant dans chacun des parcours proviennent essentiellement de l'école de rattachement.

Le pilotage de la formation est assuré par un référent de mention et des responsables de parcours-types dans chacun des établissements. Le rôle de chacun est clairement défini. Le pilotage se fait dans le cadre de deux instances spécifiques à la mention, la commission pédagogique de la mention qui se réunit environ deux fois par année académique et le conseil de perfectionnement. Le rôle et la composition de ce dernier sont établis et pertinents. Il ne s'est pour l'heure pas encore réuni, la fréquence envisagée n'est pas indiquée. Certaines de ces attributions ont pour l'instant été traitées dans différents conseils au niveau des établissements, le référent de la mention étant alors invité. Le responsable de parcours organise l'évaluation des enseignements par les étudiants et coordonne les évolutions induites.

Les modalités d'évaluation et d'attribution des crédits ECTS sont communiquées aux étudiants avant chaque semestre. La composition du jury, ainsi que les règles d'attribution des crédits ECTS et de délivrance du diplôme ne sont pas détaillées dans le dossier. Une grille commune d'évaluation du stage de fin d'études a été établie. Les compétences acquises sont indiquées dans le supplément au diplôme mais ce dernier n'a pas été joint au dossier.

Les étudiants bénéficient d'un suivi individualisé ainsi qu'un support spécifique auprès des services des différents établissements. Le parcours MAE propose au premier semestre un cursus adaptable au profil de l'étudiant afin de favoriser son intégration. Enfin une aide à la recherche de stage est disponible avec l'outil JobTeaser.

### Résultats constatés

L'attractivité du master est bonne avec un recrutement provenant de 45 pays et un effectif en croissance passant de 164 en 2016 à 212 en 2018 n'incluant pas le parcours IATSED pour lequel aucune donnée n'est fournie. Les différents parcours ne bénéficient cependant pas de la même attractivité puisque deux des six parcours (MAE et IATOM) représentent 80 % de l'effectif. Les taux de réussite supérieurs à 90 % en première année et à 95 % en seconde sont très bons. Les taux d'abandon au maximum de 5 % en première année et inférieurs à 2 % en seconde année sont faibles. Un suivi individuel de l'insertion professionnelle est réalisé dans chacun des parcours. La périodicité de l'enquête et les résultats qualitatifs ne sont pas présentés. Les résultats de l'enquête d'insertion à 6 mois après l'obtention du diplôme (sur les trois dernières années) montrent en moyenne un taux de réponse satisfaisant et stable à 85 %.

Parmi les diplômés ayant répondu, environ 68 % sont insérés sur le marché de l'emploi, 16 % en poursuite d'études doctorales, 4 % en poursuite d'études autre et environ 8 % en recherche d'emploi. Ces chiffres sont stables sur les trois dernières années. Le taux de poursuite en thèse est très variable d'un parcours à l'autre, de 0 % pour IATOM à 20 % à 50 % pour les autres parcours. L'insertion est très bonne. Le suivi au-delà de 6 mois, comme l'analyse qualitative des fonctions occupées ne sont pas détaillés dans le dossier.

## CONCLUSION

### Principaux points forts :

- Complémentarité des parcours qui couvrent un large spectre du secteur aéronautique et espace.
- Solides partenariats régionaux, nationaux et internationaux (industries, centres ou organismes de recherche, établissements académiques).
- Très bonne insertion professionnelle.

### Principaux points faibles :

- Forte hétérogénéité des pratiques au sein des parcours (autoévaluation, place des professionnels, etc.) faisant apparaître un déficit de pilotage à l'échelle de la mention.
- Conseil de perfectionnement qui ne s'est jamais tenu.
- Effectifs à consolider sur certains parcours.
- Pas ou peu d'intervenants du monde professionnel pour certains parcours.

## ANALYSE DES PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

Le master *Aéronautique et espace* couvre un champ large du secteur en proposant six parcours-types complémentaires de haut niveau. Il s'appuie sur des établissements d'enseignement et de recherche reconnus internationalement et bénéficie de nombreux partenariats industriels et académiques. L'ouverture internationale est forte, la formation s'adressant principalement à des étudiants étrangers. L'attractivité de la formation est claire avec une augmentation régulière des effectifs. Le développement de nouveaux accords (échanges, double diplôme) devrait contribuer à l'ancrage de la formation au niveau international.

La structuration du pilotage doit être poursuivie avec la mise en place du conseil de perfectionnement qui devrait permettre une évolution positive de la formation et une homogénéisation des pratiques des différents parcours. Celui-ci pourra notamment s'emparer d'un certain nombre de travaux, dont la déclinaison des acquis sous forme de compétences, et la mise à jour de la fiche RNCP.

FICHE D'ÉVALUATION D'UNE FORMATION PAR LE HCÉRES  
SUR LA BASE D'UN DOSSIER DÉPOSÉ LE 20 SEPTEMBRE 2019

## MASTER ÉNERGÉTIQUE, THERMIQUE

Établissements : Université Toulouse III - Paul Sabatier ; Institut National Polytechnique de Toulouse - Toulouse INP ; Institut national des sciences appliquées de Toulouse – INSA Toulouse ; Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace – ISAE-SupAéro ; École nationale supérieure des Mines d'Albi-Carmaux - IMT Mines Albi

### PRÉSENTATION DE LA FORMATION

Les deux masters *Mécanique et Énergétique, thermique* partagent les deux tiers de leurs enseignements et un seul dossier d'évaluation est proposé. Cette fiche d'évaluation est identique pour les deux masters.

Les deux mentions ont pour vocation de former des cadres scientifiques avec des compétences de mécanique générale. Deux parcours mutualisés sont proposés : *Dynamique des fluides, énergétique et transferts* (DET) et *Modélisation et simulation en mécanique et énergétique* (MSME). Chaque master propose en outre un parcours propre : *Mécanique pour le vivant* (MV) pour la mention *Mécanique* et *Génie de l'habitat* (GH) pour la mention *Énergétique et thermique*.

Ces formations sont proposées en mode présentiel, sans alternance.

### ANALYSE

#### Finalité

Les mentions de masters de ce dossier ont pour vocation de former des ingénieurs dans le domaine de la mécanique et de l'énergétique. Ce sont des formations généralistes avec un fort accent scientifique. Elles apportent les connaissances et les méthodologies de résolution de problèmes de mécanique des fluides et des structures, de transferts thermiques. Elles visent un large domaine d'applications liées à l'aéronautique, l'espace, les transports, l'environnement, le secteur de l'énergie et la santé. Chaque parcours représente une spécialité dans le domaine : mécanique des fluides et énergétique pour DET, calcul scientifique et simulation numérique pour MSME, biomécanique et le biomédical pour MV, énergétique du bâtiment pour GH. Le parcours DET est volontairement orienté vers la recherche en mécanique des fluides et énergétique pour alimenter les laboratoires locaux du domaine. Le parcours GH est davantage orienté vers les métiers du secteur du bâtiment.

Les contenus des différents parcours sont parfaitement en accord avec les objectifs métier. Les diplômés occupent les postes visés, selon le parcours suivi : chercheur, enseignant-chercheur, ingénieur technico-commercial, ingénieur recherche et développement, ingénieur bureau d'études et ingénieur qualité.

Des réflexions sont en cours afin d'améliorer la cohérence globale de ces formations : d'une part sur le positionnement du parcours GH pour lequel est envisagé un report vers la mention *Génie civil*, d'autre part sur des faiblesses en termes de contenu pédagogique pour les nouvelles problématiques liées à l'énergie.

### Positionnement dans l'environnement

Les deux mentions de masters sont construites comme une suite logique à la licence de mécanique de l'UPS. Le recrutement s'effectue également de manière plus minoritaire à partir d'autres licences de l'établissement, de champs thématiques voisins. D'autres établissements toulousains ou régionaux (INP, ISAE, INSA et IMT-Mines Albi-Carmaux) affichent également des spécialités en mécanique plus ou moins proches selon les établissements. Cette proximité thématique fait l'objet d'une co-accréditation entre ces établissements et l'UPS pour les deux mentions de masters, ce qui donne la possibilité aux élèves ingénieurs désirant poursuivre en doctorat d'être diplômés d'un master. L'ensemble de cette offre de formations présente une bonne cohérence ainsi qu'une visibilité à l'échelle nationale. La visibilité des deux parcours spécifiques MV et GH est moins évidente de par leur effectif plus faible. Néanmoins ils sont orientés chacun sur une spécificité thématique par rapport aux autres formations du même type proposées au niveau national, ce qui justifie leur légitimité.

L'adossement à la recherche est fort, ce que montre le nombre important de laboratoires présents sur l'agglomération de Toulouse en lien avec ces masters et les cinq écoles doctorales associées. Le contexte industriel est lui-aussi favorable, notamment grâce à l'industrie aéronautique qui est très présente sur le bassin toulousain et ses environs. La visibilité est renforcée par le pôle de compétitivité Aéronautique, Espace et Systèmes Embarqués (AESE) regroupant les laboratoires de recherche et les entreprises partenaires. L'articulation avec les deux parcours spécifiques est moins évidente, voire anecdotique.

La dimension internationale relève uniquement de la mobilité des étudiants, soit ponctuelle dans le cadre de stages, soit pour une période d'enseignement (semestre ou année complète) dans le cadre d'Erasmus. Aucun partenariat formalisé n'existe avec des établissements étrangers.

### Organisation pédagogique

Les différents parcours des deux masters présentent une organisation pédagogique répondant de manière satisfaisante aux différents critères évalués. Les enseignements proposés sont la suite des enseignements suivis en licence de *Mécanique* en renforçant les spécialités initiées en troisième année de licence et en développant de nouvelles. La première année de master est commune pour les trois parcours DET, MSME et MV avec un début de spécialisation au second semestre (deux modules au choix). La spécialisation du parcours GH est plus forte du fait des enseignements à finalité professionnelle et l'absence de mutualisation avec les autres parcours, exceptés les modules de langues et de professionnalisation. Une organisation particulière est mise en place pour l'accueil de la quarantaine d'élèves ingénieurs dans le cadre de la coaccréditation. De manière classique, des aménagements sont possibles pour les étudiants sportifs, en situation de handicap ainsi que pour les étudiants salariés : tutorat, master en trois ans, etc. La deuxième année du parcours MSME est en cours d'évolution pour accueillir des alternants, ce qui aujourd'hui n'est pas proposé et constitue une faiblesse de la formation.

La place de la professionnalisation est bien présente sous forme de modules d'enseignement sur le monde de l'entreprise et la gestion de projets, ainsi que par la réalisation de stages et de projets. En plus du stage obligatoire en deuxième année de master, il est possible de réaliser un stage conventionné entre les deux années. Ce dispositif n'est vraiment effectif que pour quelques stages en laboratoire permettant aux étudiants d'affiner leur projet professionnel. Au moins un projet de 25h à 50h est effectué sur les deux années. L'apprentissage par projets est logiquement davantage développé pour les deux parcours à vocation industrielle.

La place du numérique est présente de manière habituelle à travers l'utilisation d'un Espace Numérique de Travail (ENT) et d'une plateforme d'échange, ainsi que dans les nombreux travaux dirigés et travaux pratiques utilisant les outils informatiques et les codes de calcul de la mécanique. L'innovation pédagogique reste à la marge avec quelques initiatives comme une classe inversée.

L'enseignement de l'anglais est souligné comme étant un point faible. Une introduction progressive de l'anglais dans les cours est proposée, ainsi que dans les documents support, les rapports de stage et de projet, mais cela reste à concrétiser effectivement pour répondre aux besoins du milieu industriel.

### Pilote

L'équipe pédagogique est composée de manière cohérente et équilibrée par des enseignants et enseignants-chercheurs de la composante, ainsi que par des intervenants extérieurs à hauteur de 30 %. Deux tiers d'entre eux sont des industriels, le dernier tiers est constitué de chercheurs des différents organismes de recherche de l'environnement local (Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA), CERFACS). L'implication des industriels est logiquement plus forte pour les parcours MSME et GH à finalité professionnelle. Les responsabilités pédagogiques sont réparties classiquement entre des responsables d'année, les responsables de mention et les responsables d'Unités d'enseignement (UE). Dans le cadre de la coaccréditation, les responsables des différents établissements évaluent et ajustent les aspects pédagogiques et organisationnels. Les industriels sont impliqués dans le pilotage à travers la participation à un conseil de perfectionnement commun aux deux mentions. La formation fait de plus l'objet d'une évaluation par les étudiants par le moyen d'enquêtes formalisées (critères sur la qualité, le contenu, l'organisation,...). L'ensemble garantit les conditions permettant une réflexion efficace sur l'évolution de ces mentions et leurs perspectives.

Ces deux mentions de master sont bien construites avec une progression pédagogique mais l'approche par compétences n'est pas pratiquée : les enseignements ne sont pas organisés en blocs de compétences et la formation n'utilise pas de portefeuille de compétences. Les modalités de recrutement ne sont pas suffisamment décrites dans le dossier, mais on peut souligner un dispositif d'aide à la réussite sous la forme d'entretiens individuels pour l'intégration et l'orientation en première année, complété par des enseignements de mise à niveau en première année du parcours ME et en deuxième année du parcours MV. De plus, une mutualisation de plusieurs enseignements entre les deuxièmes années de master permet aux étudiants en difficulté de se réorienter en interne.

### Résultats constatés

Les effectifs des différents parcours de ces deux mentions de master, complétés par la quarantaine d'élèves ingénieurs, sont en nombre suffisant pour un bon fonctionnement, excepté pour le parcours MV (moins de cinq étudiants par an). Ce manque d'attractivité a conduit l'année dernière à réorienter les étudiants vers un master de *Physique* dont un parcours est mutualisé avec le parcours MV. Néanmoins, l'attractivité globale des deux masters est bonne en regard du nombre de candidatures extérieures. De la même façon, l'attractivité de la deuxième année de master DET auprès des élèves ingénieurs est forte. Les flux entrants sont correctement renseignés.

Le taux de réussite en première année s'élève à 80 % sauf pour le parcours ME (60 %) à cause d'un nombre important d'étudiants salariés finançant leurs études. Le taux en deuxième année est plus faible (70 %), ce qui est justifié par la difficulté pour certains étudiants étrangers de trouver un stage dans les entreprises du secteur aéronautique. Les taux de réussite du parcours GH sont plus élevés et approchent les 100 %. Les données concernant les statistiques d'insertion sont obtenues par les enquêtes internes. Malgré un taux de réponse limité pour certains parcours, le taux d'insertion apparaît très bon, supérieur à 90 % à 30 mois, avec un salaire net médian entre 1 800 et 2 000 euros, relativement faible en regard de la réputation de la formation. Moins de 20 % des diplômés poursuivent en thèse sauf pour le parcours DET (64 %) conformément à la forte dominante recherche de ce parcours. Néanmoins presque 20 % des diplômés de ce même parcours obtiennent directement un emploi dans l'industrie ce qui est en conformité avec l'esprit de la nouvelle législation. Il aurait été utile de renseigner plus précisément les informations sur les entreprises recrutant les diplômés : secteur technologique, taille, localisation géographique.

Les réponses aux enquêtes d'évaluation de la formation font ressortir une bonne appréciation de la formation par les étudiants. Le conseil de perfectionnement mis en place récemment permet un échange plus efficace qui se traduit par une meilleure prise en compte des difficultés ou pistes d'amélioration relevées notamment par les étudiants.

## CONCLUSION

### Principaux points forts :

- Une bonne interaction avec les établissements régionaux du domaine.
- Une bonne intégration dans le contexte socio-professionnel.
- Un très bon adossement à la recherche.
- Une approche qualité bien développée.

### Principaux points faibles :

- Une ouverture insuffisante à l'international, une faiblesse de l'enseignement d'anglais.
- Une alternance non effective.
- Peu de pédagogies innovantes, ni d'approche par compétences.

## ANALYSE DES PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

Ces deux mentions de master fournissent une offre de formation de qualité, bien ancrée dans le tissu local industriel et dans le monde de la recherche. Néanmoins cette formation manque d'une dimension internationale. Elle doit également évoluer afin de proposer un fonctionnement en alternance des parcours les plus professionnalisants, ainsi qu'une structuration de l'enseignement par compétences. Ces points sont à travailler pour l'avenir.



Département d'évaluation  
des formations

FICHE D'ÉVALUATION D'UNE FORMATION PAR LE HCÉRES  
SUR LA BASE D'UN DOSSIER DÉPOSÉ LE 20 SEPTEMBRE 2019

## MASTER GÉNIE MÉCANIQUE

Établissement(s) : Université Toulouse III - Paul Sabatier ; Institut national des sciences appliquées de Toulouse – INSA Toulouse ; École nationale supérieure des Mines d'Albi-Carmaux - IMT Mines Albi ; Institut National Polytechnique de Toulouse - Toulouse INP

### PRÉSENTATION DE LA FORMATION

Le master *Génie mécanique* a pour vocation de former des ingénieurs technologues, spécialistes en conception ou en production mécanique pour le secteur de l'aéronautique. Il se décline en trois parcours : *Calcul en aéronautique*, *Conception en aéronautique*, *Productique en aéronautique*. Un quatrième parcours apparaît en deuxième année : *Sciences pour la mécanique des matériaux et des structures (SMMS)*. Il est alimenté par des étudiants des trois parcours de M1 et par des élèves ingénieurs issus des écoles associés à la coaccréditation. Le master est ouvert à la fois en formation initiale, en formation par alternance en contrat d'apprentissage, en contrat de professionnalisation et en formation continue.

Les enseignements se déroulent sur le site de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier (UPS) et de l'Institut national des sciences appliquées de Toulouse – INSA Toulouse. Les enseignements du parcours SMMS ont lieu dans les divers établissements coaccréditeurs.

### ANALYSE

<b>Finalité</b>
Les étudiants diplômés accèdent à des postes d'ingénieurs dans les bureaux d'études et de méthodes de l'industrie aéronautique. Le parcours SMMS, qui n'apparaît qu'en deuxième année, est coaccrédité avec différentes écoles d'ingénieurs du bassin toulousain. Il a pour objectif de permettre la poursuite d'études doctorales en mécanique des matériaux et des structures aéronautiques. Les objectifs de ce master sont clairs et concernent les métiers du génie mécanique de l'aéronautique dans ces différents aspects. Les contenus des différents parcours sont parfaitement en accord avec les objectifs métiers visés.
<b>Positionnement dans l'environnement</b>
Ce master est construit comme une suite logique à la licence <i>Mécanique</i> de l'UPS et une poursuite d'études naturelle pour les étudiants du parcours <i>Génie mécanique</i> . Il correspond parfaitement aux attentes locales du tissu économique industriel autour de l'aéronautique et dans ce contexte la formation par alternance trouve tout son intérêt. Cette formation en aéronautique affiche des unités d'enseignement originales (impact

composites, conception aéronautique, *lean manufacturing* [gestion de production optimale] sur lignes aéronautiques, cotation fonctionnelle sur avions,...) qui la rend unique en son genre.

Le lien avec la recherche est fort avec l'Institut Clément Ader (UMR CNRS 5312) dont les thématiques de recherche sont en parfaite correspondance avec les disciplines du master, et dont la grande majorité des enseignants est issue. D'autre part, dans le parcours coaccrédité SMMS, certains enseignements du tronc commun sont réalisés par des enseignants chercheurs de l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse (IMFT), du Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales (CEMES) et du Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux de Toulouse (CIRIMAT). Le master est adossé à l'école doctorale Mécanique, énergétique, génie civil et procédés (MEGeP). Du côté des industriels, le lien est également fort, comme on témoigne l'offre de formation par alternance.

Le master affiche un faible positionnement à l'international. Le nombre de mobilités est peu élevé, en particulier en flux sortant (quatre étudiants partis à l'étranger depuis 2016), et même en flux entrant (16 étudiants étrangers accueillis). Il n'y a pas de partenariat avec des organismes de formation étrangers. On note l'élaboration actuelle d'une formation par alternance avec l'Instituto Maquina Herramienta (Elgoibar, Espagne) en lien avec deux entreprises.

### Organisation pédagogique

L'organisation pédagogique de ce master répond aux différents critères demandés. Les enseignements proposés sont la suite des enseignements proposés dans la licence de Mécanique (parcours Génie mécanique) en renforçant et en développant la spécialité initiée en troisième année de licence. Le contenu des enseignements respecte les équilibres en termes de domaines (technique, spécialité, communication et découverte de l'entreprise) et en termes d'horaires. Le master commence par un socle commun au premier semestre puis des spécialisations progressives dans les divers parcours. Les deux parcours *Calcul en aéronautique* et *Conception en aéronautique* sont fortement mutualisés si bien que les étudiants bénéficient d'une double compétence.

Les études peuvent se faire avec ou sans alternance, en formation initiale ou en formation continue, en reprise d'études totale ou partielle. L'organisation semble complexe pour que tous ces dispositifs se côtoient. Les étudiants en alternance disposent d'un tuteur universitaire pour les accompagner tout au long de leur scolarité et bénéficient également d'un soutien pour gérer le rythme de l'alternance. Ce soutien a montré son efficacité en augmentant le taux de réussite. En parallèle de ces dispositifs, les étudiants en situation de handicap, les sportifs de haut niveau bénéficient d'aménagement, de soutien et d'un suivi régulier par un tuteur.

La connaissance du monde socio-économique et culturel apparaît dans la formation uniquement par une importante unité d'enseignement (UE) au premier semestre de la seconde année (M2). La mise en situation professionnelle est bien développée dans ce master sous la forme de nombreux projets de différents types (travail bibliographique, développement de solutions industrielles, projets de recherche). Ces projets demandent aux étudiants un investissement important et une bonne gestion du temps de travail, ce qui peut s'avérer difficile pour certains étudiants. Un dispositif d'aide est en cours d'élaboration. Un seul stage en fin de M2, d'une durée de minimum quatre mois, complète ce dispositif de mise en situation professionnelle. Dans le cas de l'alternance, le dispositif se décline en 62 semaines en entreprise sur deux ans, ce qui est conséquent.

De nouvelles pédagogies sont introduites progressivement. On compte actuellement la numérisation de certains cours, avec des vidéos explicatives et des tests d'auto-évaluation. L'anglais est également introduit dans les enseignements de M2 (deux UE actuellement) ainsi que dans les soutenances de projets et de stages, pour compenser le faible nombre d'heures d'enseignement linguistique.

### Pilotage

Le pilotage du master est assuré par le responsable de la mention qui occupe également la responsabilité du premier semestre commun et de toute l'alternance en M1 et M2, de trois responsables (un par parcours) pour le second semestre et des quatre responsables d'années du M2 qui s'occupent également des stages. Ce pilotage est essentiellement basé sur le principe du mode d'échange libre pour la progression pédagogique. Seules quelques réunions classiques sont mises en place pour gérer les effectifs, les emplois du temps...

L'équipe pédagogique est composée de manière cohérente et équilibré d'enseignants, enseignants-chercheurs de la composante et de vacataires (académiques ou industriels).

Un conseil de perfectionnement et des sondages sur la formation complètent le dispositif. On note que la

formation n'a pas été déclinée par blocs de compétences.

### Résultats constatés

L'attractivité de ce master est importante, comme en témoigne la reconnaissance de la presse spécialisée (classement des meilleures formations) et le nombre très élevé des candidatures en M1 (750) et M2 (358). En formation initiale, l'effectif moyen par an en M1 est de 90 étudiants. En M2, on compte 77 étudiants en moyenne qui se répartissent presque équitablement entre les principaux parcours. Le parcours SMMS à vocation recherche affiche un faible effectif (quelques étudiants), mais trouve sa légitimité par le complément d'effectifs issus des écoles d'ingénieurs (24 élèves). Les apprentis sont au nombre d'une quarantaine sur les deux années. Le taux de réussite est satisfaisant, 70 % en moyenne en M1 et 90% en M2, et est remarquable pour les alternants (proche de 100 %). Le suivi des diplômés montre que le taux d'embauche à trente mois est très bon (plus de 90%) et que le salaire mensuel moyen (2 100€) est dans la moyenne nationale.

## CONCLUSION

### Principaux points forts :

- Une grande attractivité pour cette spécialité aéronautique originale.
- Un suivi de l'alternance efficace.
- Une insertion professionnelle très bonne qui témoigne d'une vraie reconnaissance dans le milieu industriel.
- Des activités de mise en situation renforcées par de nombreux projets.

### Principaux points faibles :

- L'absence d'approche par blocs de compétences.
- Un faible positionnement à l'international.

## ANALYSE DES PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

Le master *Génie mécanique* est une formation de qualité et originale, bien ciblée par rapport aux attentes industrielles. Sa structuration est remarquable. Il devient cependant urgent de développer l'approche par blocs de compétences pour la prochaine accréditation. Il s'avèrerait de plus utile de renforcer le positionnement à l'international pour le parcours SMMS, et de continuer à développer des pédagogies innovantes afin d'anticiper les évolutions futures.

FICHE D'ÉVALUATION D'UNE FORMATION PAR LE HCÉRES  
SUR LA BASE D'UN DOSSIER DÉPOSÉ LE 20 SEPTEMBRE 2019

## MASTER MATHÉMATIQUES ET APPLICATIONS

Établissements : Université Toulouse III - Paul Sabatier ; Université Toulouse 1 Capitole, Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace – ISAE-SupAéro ; École nationale de l'aviation civile – ENAC

### PRÉSENTATION DE LA FORMATION

Le master *Mathématiques et applications* de l'Université Toulouse III (UPS), co-accrédité avec l'Université Toulouse 1 Capitole, l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE), l'École Nationale d'Aviation Civile (ENAC), est une formation dans le domaine des mathématiques appliquées ou fondamentales, préparant aux métiers liés à l'ingénierie, la recherche et à l'enseignement.

Le master est organisé au travers de six parcours : *Enseignement supérieur, préparation à l'agrégation de mathématiques* (ES) ; *Mathématiques appliquées pour l'ingénierie, l'industrie et l'innovation* (MapI3) ; *Research and innovation* (RI) ; *Recherche opérationnelle* (RO) ; *Statistics and econometrics* (SE) ; *Statistique et informatique décisionnelles* (SID).

La formation est essentiellement proposée en présentiel et les parcours RO, SE, ainsi que la seconde année de master du parcours MapI3, sont ouverts à l'alternance. Les enseignements ont lieu sur le site de l'UPS ou pour certains parcours sur le site d'un des établissements co-accrédités.

### ANALYSE

#### Finalité

Le master mention *Mathématiques et applications* est une formation en mathématiques fondamentales et appliquées de haut niveau qui prépare, d'une part à la poursuite d'études en doctorat, d'autre part à l'insertion professionnelle. Certains de ces parcours sont ainsi à finalité essentiellement professionnalisantes (SID, MapI3, RO, SE), tout en offrant une possibilité de poursuite d'études en doctorat. Le parcours RI a une vocation de poursuite d'étude en thèse académique. Le parcours ES est destiné à la préparation du concours de l'agrégation de mathématiques.

Son objectif est cohérent et en accord avec, d'une part les contenus de la formation, d'autre part les possibilités d'insertion professionnelle ou de poursuite d'études. Les métiers accessibles à l'issue de chaque parcours sont bien énumérés et correspondent parfaitement aux compétences du diplôme acquis. Ces métiers concernent l'ingénierie mathématique, la recherche et l'enseignement.

### Positionnement dans l'environnement

Le master mention *Mathématiques et applications* est au cœur du champ de formation Master en Sciences et Ingénierie. Il est bien positionné dans l'environnement universitaire toulousain, d'une part par sa continuité naturelle de la licence mention *Mathématiques* de l'UPS, d'autre part par sa connexion avec les masters mention *Informatique* (UT3 – UPS), en partageant les parcours SID et RO, et mention *Économétrie et Statistique* (UT1 – Capitole) en partageant le parcours SE.

Le parcours RI attire via des conventions spécifiques des élèves ingénieurs de l'ISAE et l'INSA. Le parcours RO est rattaché à l'ENAC et le parcours SE à l'École d'Économie de Toulouse de l'UT1.

L'adossement à la recherche est d'excellentes qualités reposant sur des équipes de recherche reconnues et travaillant sur des thématiques variées. Celles-ci sont partie prenante dans l'animation de la formation et l'encadrement des stages de recherche. Il est à noter que le label CMI (Cursus en Master Ingénierie) n'est pas renouvelé pour les parcours SID et MapI3. La mention bénéficie du soutien du LabEx Centre international de Mathématiques et Informatique (CIMI) qui offre des bourses pour les meilleurs candidats de première année de master (M1) et de seconde année (M2).

Les interactions avec le monde socio-économique sont bien représentées comme en témoigne les différents indicateurs dans le dossier. Trois parcours du M2 (SE, SID et MapI3) sont ouverts à l'alternance. Les professionnels font partie intégrante de l'équipe pédagogique (dont un poste de professeur associé (PAST) à mi-temps), avec une participation d'une façon inégale selon les parcours, au conseil de perfectionnement, commission de recrutement, stage etc.

L'ouverture à l'international est bien développée avec des partenariats intéressants avec plusieurs Universités : Canada (UQAM, McGill, CRIM), Tunisie (Manouba), Maroc (Oujda), Vietnam (Hué), Chine (Wuhan, Pékin).

### Organisation pédagogique

L'architecture de la formation est présentée de façon parfaite. Un M1, intitulée *Enseignement supérieur et recherche* (ESR), avec un choix d'options limité en semestre 2 (S2) est commune aux deux parcours du M2 RI et ES. Chacun des parcours MapI3 et SID est organisé sur deux ans (M1 et M2) sans options. Des passerelles permettent cependant d'accéder à un M2 du parcours RO ou SE pour le parcours MapI3, mais uniquement à un M2 du parcours RO pour le parcours SID. Le M2 RI propose un large choix d'options permettant aux étudiants de se diriger vers des domaines de recherche variés.

La professionnalisation est très présente dans la formation, avec une prédominance dans les parcours relevant de l'ingénierie qui intègrent plusieurs projets. Les stages sont obligatoires en M1 et M2. Dans les parcours RI et ES la distinction entre projet et stage est plus ténue.

L'utilisation du numérique reste très traditionnelle pour ce type de formation avec l'utilisation de la plateforme Moodle, des travaux pratiques sur machine et rédaction de mémoires avec des logiciels spécifiques. Les innovations pédagogiques sont limitées.

Les deux parcours RI et SE sont entièrement dispensés en anglais et l'approche des langues étrangères est des plus classiques dans tous les autres parcours.

La mobilité à l'international est faible, et malgré les nombreux accords signés avec des Universités étrangères, seuls deux étudiants sortants et quatre étudiants entrants sont dénombrés l'année dernière.

### Pilotage

Le pilotage de la formation est assuré par une équipe pédagogique plurielle, comprenant à la fois des enseignants-chercheurs, mais aussi des professionnels intervenants dans le master. Ce pilotage est sous l'égide du conseil du département de mathématiques, dont sont issus les responsables d'année (un à trois, selon les parcours), des responsables de parcours et celui de la mention, avec un rôle bien défini pour chacun. Les réunions du conseil sont mensuelles pour assurer la cohérence pédagogique et assurer une large consultation. Un compte rendu de ses réunions est annexé mais il est regrettable qu'il ne fasse pas apparaître la présence des étudiants.

La mention dispose d'un conseil de perfectionnement dont la composition et le rôle sont bien définis. Il se réunit au moins une fois par an et deux comptes rendus sont présentés en annexe au dossier, précisant qu'il joue bien

un rôle stratégique.

Des dispositifs classiques d'évaluation de la formation et des enseignements sont proposés par les services de l'Université et complétés de façon régulière par le département. L'approche par compétence est présente mais de façon très inégale entre les parcours. Les parcours SID, SE et RO sont les plus avancés dans cette pratique. Un suivi de l'acquisition des compétences, en particulier celui des compétences transversales et additionnelles n'est pas précisé. Les modalités de contrôle de connaissances sont conformes aux attentes.

Une trace pérenne du pilotage, année après année, est stockée sur un logiciel de gestion qui permet de consigner l'historique du pilotage (parties du cours non traitées faute de temps, notions bien assimilées, notions mal assimilées par les étudiants,...).

### Résultats constatés

La mention accueille en moyenne une centaine d'étudiants en M1 et cent cinquante en M2 (les parcours de M2 accueillant chacun entre 20 et 40 étudiants). Les effectifs de M1 sont normaux avec une nette augmentation ces dernières années pour atteindre cette centaine d'étudiants. Cette croissance est expliquée par la sélection en master. L'attractivité de la formation est en forte augmentation (233 candidats en 2017 à 416 en 2018) sauf pour le parcours RI. Les taux de réussite moyens sont de 71 % en M1 et 88 % en M2 avec certaines disparités entre parcours. En parcours M1 ESR considéré comme exigeant, le taux de réussite est de l'ordre de 50%. En master M2 les parcours ES, RI, RO ont des taux de réussite de 80 % alors que Map13, SE et SID ont des taux entre 92 % et 98 %.

Le suivi du devenir des étudiants selon les parcours est précis et bien renseigné. Ce suivi est réalisé par l'observatoire de la vie étudiante (OVE) de l'UT3 à 30 mois avec un taux de réponse modeste de 38 %, et complété par certains parcours (Map13, SID) à 6 mois via les réseaux sociaux et pour le parcours SE par l'Observatoire des Formations et de l'Insertion Professionnelle (OFIP) de l'UT1 et l'École d'Économie de Toulouse, avec un taux de réponse proche de 100 %.

Parmi les répondants, la poursuite d'études est de 50 % pour le parcours ES, 82 % pour le parcours RI, 60 % pour le parcours Map13, 9 % pour le parcours SID et 10 % pour le parcours SE, 43 % pour le parcours RO. L'insertion professionnelle est de 97 % pour le parcours ES, 93 % pour le Map13, 98 % SID, 57 % pour le parcours RO.

Cette étude montre bien que les parcours orientés ingénierie sont, conformément à leur objectifs, professionnalisant et ciblent des secteurs très porteurs. La formation est globalement en très bonne adéquation avec les emplois occupés.

## CONCLUSION

### Principaux points forts :

- Un bon positionnement de la formation dans l'offre régionale.
- Un environnement de recherche de qualité, associé à une solide interaction avec le monde socio-économique.
- Une organisation pédagogique dynamique et efficace.

### Principaux points faibles :

- Des disparités de certains dispositifs (aide à la réussite, pratique de l'intégrité, approche par compétences) entre les parcours.
- Une mobilité à l'international anecdotique.

## ANALYSE DES PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

Le master mention *Mathématiques et applications* de l'Université Toulouse III est une excellente formation dans le domaine des mathématiques et de leurs applications, avec un large choix de parcours offrant des débouchés dans les métiers de l'ingénierie, de l'enseignement et de la recherche. La formation bénéficie d'un excellent adossement à la recherche scientifique et une implication forte d'intervenants extérieurs. L'architecture de la formation est intelligente et parfaitement lisible. La mobilité internationale est à encourager, d'autant que l'organisation de la mention le permet. L'équipe est prête à mener une réelle réflexion sur les points à améliorer dans l'offre de formation comme, par exemple, l'approche par compétence dans les parcours ES, MapI3 ou RI.

FICHE D'ÉVALUATION D'UNE FORMATION PAR LE HCÉRES  
SUR LA BASE D'UN DOSSIER DÉPOSÉ LE 20 SEPTEMBRE 2019

## MASTER RÉSEAUX ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

Établissements : Université Toulouse III - Paul Sabatier ; Institut National Polytechnique de Toulouse - Toulouse INP ; Institut national des sciences appliquées de Toulouse – INSA Toulouse ; Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace – ISAE-SupAéro ; École nationale de l'aviation civile – ENAC

### PRÉSENTATION DE LA FORMATION

La mention de master *Réseaux et télécommunications* de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier (UPS) forme les étudiants dans les secteurs des télécoms et des réseaux informatiques en allant des couches basses aux couches applicatives. Elle propose cinq parcours intitulés *Services de télécoms, réseaux et infrastructures* (STRI), *Sécurité des systèmes d'information et des réseaux* (SSIR), *Ingénierie du logiciel des réseaux et des systèmes distribués* (iLoRD), *Télécommunications aéronautiques, spatiales et terrestres* (TAST) et *Réseaux embarqués et objets connectés* (REOC). Cette formation est coaccréditée par les écoles d'ingénieurs Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT), l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse (INSA), l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE) et l'École Nationale de l'Aviation Civile (ENAC). Les enseignements sont dispensés à Toulouse et dans les locaux des différents établissements concernés. Le master *Réseaux et télécommunications* est proposé en formation initiale, en alternance par contrat d'apprentissage ou par contrat de professionnalisation.

### ANALYSE

<b>Finalité</b>
La mention de master <i>Réseaux et télécommunications</i> de l'UPS forme des étudiants dans les secteurs des télécommunications et des réseaux informatiques en allant des couches basses aux couches applicatives. La formation expose clairement ses objectifs de formation : former des cadres des technologies de l'information et des communications. Les contenus de formation sont en adéquation, et les débouchés sont cohérents.
<b>Positionnement dans l'environnement</b>
Académiquement, la formation s'inscrit bien dans l'offre régionale en associant l'UPS et quatre écoles d'ingénieurs. Cette coaccréditation permet d'exploiter au mieux les compétences de chacun et offre aux étudiants de ces écoles des possibilités d'acquisition de double diplôme (parcours TAST et REOC). La mention fait aussi suite naturellement à la licence <i>Informatique, parcours Informatique, réseaux et télécommunications</i> , de l'UPS ou à d'autres étudiants extérieurs de licence équivalente.

Les enseignants chercheurs intervenant dans le master *Réseaux et télécommunications* sont principalement rattachés à l'Institut de recherche en informatique de Toulouse (IRIT) et au Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes (LAAS) de l'Université ou aux unités de recherche de l'ISAE et de l'ENAC.

L'environnement socio-économique est très favorable : la région toulousaine est riche d'entreprise de niveau international dans le secteur des Technologies de l'information et de la communication (TIC). La formation profite de cette situation pour son pilotage avec un conseil de perfectionnement sectoriel (CPS Numérique et Réseaux-Télécommunications), mais aussi par des partenariats privilégiés avec par exemple Cisco ou Thalès. Il serait peut-être opportun pour la formation de développer et d'élargir ces partenariats par des conventions.

Une délocalisation du parcours STRI à l'Université Libanaise est soulignée au niveau des coopérations internationales mais le dossier manque de précision à ce sujet tout comme pour les partenariats avec le Cambodge, Cuba et le Maroc mis en place grâce à la présence de l'INPT dans les établissements coaccrédités de la mention. Les coopérations internationales mériteraient pourtant une attention particulière, d'autant plus que la visibilité internationale de l'offre fait partie des finalités de la mention.

### Organisation pédagogique

Un socle commun est donné aux étudiants de première année de master (M1) sur le site de l'UPS, à l'exception du parcours iLoRD dans lequel 30 % des crédits ECTS sont remplacées par d'autres modules d'un master d'informatique. La spécialisation est progressive, les programmes spécifiques commencent véritablement en seconde année de master (M2), et les enseignements se déroulent dans les différents établissements concernés par le master RT. L'offre de formation est lisible. Quatre étudiants sont actuellement dans la formation au titre de la validation des acquis de l'expérience (VAE). Le dossier ne permet pas de juger des modalités mises en place pour les étudiants ayant des contraintes particulières.

Des enseignements sur la connaissance des entreprises, des interventions d'extérieurs du monde socio-professionnel, des équipements fournis par les entreprises CISCO et Thalès forment le socle de la professionnalisation des étudiants. À cela s'ajoutent de nombreux projets. Les mises en situation sont nombreuses et pertinentes, la formation s'étant bien approprié ce mode d'enseignement. Les stages, obligatoires en M2 et facultatifs en M1, complètent l'ensemble. Peu de précisions sur le stage de M1 sont données notamment sur sa prise en compte dans l'évaluation et sur les crédits ECTS associés. En revanche les critères du suivi des stages sont détaillés et très complets. Il témoigne d'une véritable réflexion en termes d'acquisition de compétences. Enfin, la formation est organisée afin de pouvoir être suivie en alternance, le calendrier de cette organisation étant fourni en annexe.

La sensibilisation à la recherche se traduit en des enseignements dédiés en M1 (unité d'enseignement (UE) Travail d'études et de recherche) et en M2 par un projet appliqué à la R&D. À cela s'ajoutent des conférences d'enseignants chercheurs et la possibilité de faire des stages en laboratoire pour les étudiants souhaitant une coloration recherche pour poursuivre en doctorat.

Les enseignements de l'anglais sont obligatoires et certaines ressources sont en anglais aussi. Cependant, au niveau international, les mobilités, entrantes ou sortantes sont inexistantes. Un partenariat avec une Université libanaise permet de délivrer des diplômes délocalisés. D'autres partenariats (Cambodge, Maroc) sont mentionnés, mais le dossier ne précise pas leur contenu. À l'instar d'une remarque précédente, cela entre aussi en contradiction avec les finalités de visibilité internationale de la mention. De plus, un master d'une telle taille, dans un tel secteur, avec un tel environnement, devrait attirer de nombreux étudiants extérieurs. Le dossier reconnaît que la mise en place de coopérations internationales pour proposer aux étudiants des semestres à l'étranger sera bienvenue.

L'innovation pédagogique est un point fort de la formation. En effet, des efforts, reconnus par le financement par la région d'un programme d'actions, sont en cours pour intégrer la pédagogie par classe inversée. Ces efforts s'accompagnent d'une déclinaison détaillée des enseignements et des attendus sous forme de compétences, ainsi que de leur hiérarchisation. Les attendus sont formulés sous forme de « Learning Outcomes ». Cette pédagogie nécessite aussi un ensemble de ressources adaptées, comme les MOOC (Massive Online Open Courses) ou plutôt les SPOC (Small Private Online Courses), les capsules vidéo, les blogs privés pour les suivis d'alternance, et les classes inversées. L'ensemble de ces dispositifs sont ici mis en œuvre, ce qui est remarquable. L'utilisation du numérique pour la pédagogie entre pour une bonne part dans ces approches. C'est pourquoi, des ordinateurs personnels sont mis à la disposition des étudiants. Naturellement, les pédagogies innovantes demandent une analyse fine des résultats et des retours d'expériences ; ces dernières sont lacunaires dans le dossier et devraient pourtant être au centre du pilotage.

### Pilotage

L'équipe pédagogique du master *Réseaux et télécommunications* est bien diversifiée avec un équilibre entre les intervenants des différents établissements coaccrédités. Les différentes responsabilités sont bien partagés entre les membres de cette équipe.

Le pilotage de la formation repose sur un comité pédagogique qui se réunit tous les ans et sur un conseil de perfectionnement annuel mis en place depuis 2018. La représentativité de ce conseil est bonne car des étudiants, des extérieurs professionnels et des membres enseignants y participent comme en témoigne le compte rendu. À ce conseil s'ajoute un conseil de perfectionnement sectoriel dont les points de vue sont plus généraux et qui regroupe les professionnels du secteur et des responsables de formations du domaine des TIC. Enfin, le pilotage des aspects liés à l'apprentissage se fait par un conseil de l'apprentissage se réunissant semestriellement. Le pilotage est effectif, le dossier contient des comptes rendus attestant des interactions créées dans les conseils de perfectionnement.

Les étudiants participent aux pilotages par les représentants au conseil de perfectionnement mais aussi par un système de délégués élus. Enfin, les enseignements sont évalués par des enquêtes auprès des étudiants en interne à la formation. Pour les parcours qui ont déjà procédé à cette évaluation, l'analyse des réponses est très détaillée, cette démarche est bien prise en charge par la formation.

Les modalités de contrôle de connaissances sont classiques avec des évaluations en début de module pour que les étudiants puissent se situer par rapport aux attendus. Enfin, l'approche par compétences a été mise en place, avec une véritable réflexion sur les acquis d'apprentissage (Learning Outcomes). Le dossier admet que cette démarche est récente et imparfaite, mais son effectivité est à noter.

Les recrutements se font sur dossier pour l'entrée en M1 avec éventuellement des entretiens. L'entrée en M2 dépend des établissements gérant la spécialité. Les aides à la réussite reposent sur les ressources numériques accessibles aux étudiants et sur un responsable du suivi des étudiants qui détecte les difficultés pour proposer ensuite un accompagnement. Le dossier reste malheureusement vague sur ces suivis.

### Résultats constatés

Les effectifs du master s'élèvent à une quarantaine d'étudiants pour le M1, dont environ deux tiers en alternance, et provenant majoritairement de la licence *Informatique* ou de licences extérieures. En M2, le nombre d'étudiants monte à une centaine dont le tiers en alternance. Le flux en M2 provient surtout des étudiants d'écoles d'ingénieurs en double diplomation. Bien que le nombre de candidatures soit très supérieur aux effectifs, les capacités d'accueil sont volontairement limitées pour garantir une certaine qualité de l'enseignement. Les taux de réussite sont très bons avec pratiquement 100 % en M1 et supérieurs à 90 % en M2.

Le suivi des diplômés se fait aux travers des enquêtes à 30 mois de l'observatoire dédié de l'Université avec un taux de réponse très variable allant de 65 % à 97 %. Ces enquêtes sont complétées par des informations récoltées par les parcours via les réseaux sociaux professionnels. Le parcours STRI bénéficie en outre d'une expérience de plusieurs décennies de fonctionnement et donc d'un retour d'information sur le devenir à long terme des diplômés, certains d'entre eux participant désormais à la formation.

Les insertions professionnelles sont très bonnes car la formation répond bien à un réel besoin dans un secteur en tension. Les métiers et les niveaux d'emploi sont ceux d'un master dans le domaine des TIC en accord avec les objectifs de la formation. Il est remarquable que 95 % des étudiants soient en emploi, principalement en CDI, moins de trois mois après leur diplôme. La poursuite d'étude est aussi satisfaisante puisque 10 % des étudiants poursuivent leurs études en doctorat. Les raisons de cette intégration professionnelle sont bien analysées et cet item est donc bien traité au sein de la formation.

## CONCLUSION

### Principaux points forts :

- Une très bonne insertion professionnelle.
- Une bonne mise en oeuvre de la formation par alternance.
- Une approche par compétences réfléchie.
- Une forte mise en place d'une pédagogie innovante notamment sur les classes inversées.

### Principaux points faibles :

- Une mobilité internationale entrante ou sortante inexistante.
- Un pilotage peu explicite.

## ANALYSE DES PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

Le master *Réseaux et télécommunications* de l'UPS et des quatre établissements coaccrédités est une formation structurante dans l'offre régionale dans ce secteur. La formation est lisible, cohérente et solide. Les résultats sont très satisfaisants et l'insertion professionnelle exemplaire, ce qui montre l'adéquation entre la formation et les besoins dans le domaine des TIC. L'innovation pédagogique, avec notamment la classe inversée, est très active au sein de la formation, qui met également en oeuvre une approche par compétences.

Toutefois, la description du pilotage et de la coordination entre les différents acteurs manquent de précision. Enfin et surtout, la mobilité des étudiants à l'étranger est absente d'une telle formation qui a néanmoins les atouts et des ambitions à l'international.

FICHE D'ÉVALUATION D'UNE FORMATION PAR LE HCÉRES  
SUR LA BASE D'UN DOSSIER DÉPOSÉ LE 20 SEPTEMBRE 2019

## MASTER SCIENCES DE L'UNIVERS ET TECHNOLOGIES SPATIALES

Établissements : Université Toulouse III - Paul Sabatier ; Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace – ISAE-SupAéro

### PRÉSENTATION DE LA FORMATION

Le master mention *Sciences de l'univers et technologies spatiales* est une formation à Bac+5 dans les domaines de l'industrie spatiale et de la recherche en astrophysique, sciences de l'espace et planétologie. La mention est composée de deux parcours, l'un préparant principalement à la poursuite d'étude en doctorat dans le domaine de l'astrophysique au sens large (parcours *Astrophysique, sciences de l'espace et planétologie (ASEP)*), l'autre ayant pour principal objectif l'insertion dans l'industrie spatiale (parcours *Techniques spatiales et instrumentation (TSI)*). Le master est basé sur le site de Toulouse.

### ANALYSE

<b>Finalité</b>
<p>La formation permet d'acquérir les connaissances nécessaires dans les domaines de l'astrophysique, des sciences de l'espace et de la planétologie. Le parcours ASEP prépare plus particulièrement à la poursuite en thèse dans les grandes thématiques de l'astrophysique, et le parcours TSI prépare quant à lui à l'insertion professionnelle dans l'industrie spatiale, et la R&amp;D du domaine au niveau ingénieur.</p> <p>Les poursuites d'étude possibles à l'issue de la formation sont bien renseignées, ainsi que les débouchés professionnels. Les enseignements annoncés dans le dossier sont en accord avec ces objectifs, autant pour le parcours ASEP que pour le parcours TSI.</p>
<b>Positionnement dans l'environnement</b>
<p>La mention de master est l'une des poursuites d'étude possibles naturelles des licences mention physique locales, et le seul dans cette thématique au niveau régional. Au niveau national, il n'existe qu'une autre mention identique à Paris.</p> <p>Le master est très clairement appuyé sur l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP UMR CNRS 5277). L'essentiel des intervenants impliqués dans le master sont membres de ce laboratoire, qui offre un séminaire hebdomadaire dédié au parcours ASEP. L'IRAP encadre également une grande partie des projets de première année (M1) et des stages de seconde année (M2) du parcours ASEP, et environ un quart des diplômés en thèse. Les autres laboratoires encadrants sont principalement situés à Marseille, à Paris, à Göttingen et à</p>

l'European South Observatory ESO (télescopes situés au Chili), ainsi qu'aux grands organismes nationaux du domaine : l'Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA) et au Centre National d'Etudes Spatiales (CNES).

C'est le parcours TSI qui développe le plus de partenariats socioéconomiques. Les entreprises sont : le CNES, l'ONERA, Thales Alenia-Space, Airbus DS, C-S Systèmes d'information et CLS. Elles sont impliquées au niveau de l'enseignement à plusieurs niveaux (cours, jurys, conseil de perfectionnement, stages).

Au niveau international, le master est membre du consortium européen *Space Master* (quatre universités Lulea (Suède), Aalto (Finlande), Cranfield (U.K.) et Prague (Tchéquie)). Ni la forme des liens avec ces universités, ni la nature du consortium ne sont précisées. Une douzaine d'étudiants étrangers sont accueillis chaque année en M2 dans ce cadre, ainsi que d'autres par la voie de l'ISAE-Sup'Aero et du programme Erasmus (les effectifs et les origines ne sont pas détaillés) pour un total d'une vingtaine sur les deux parcours.

### Organisation pédagogique

La structure de la formation propose un tronc commun en M1 et une spécialisation en M2 (au choix entre ASEP et TSI). Les étudiants choisissent leur option a priori à l'entrée du M1 mais peuvent l'adapter en cours d'année. Cette première année de master se termine par un projet tutoré ou un stage dans un bureau d'étude préparatoire, qui permet à l'étudiant de faire son choix en pleine connaissance de cause. Les deux options sont ensuite bien distinctes en M2, et sont finalisées soit par un stage de recherche (ASEP), soit par un stage en entreprise (TSI). Les deux parcours sont très lisibles et la progressivité de la spécialisation est bien articulée.

À travers les projets tutorés/bureaux d'étude de fin de M1 (articulés autour de la mise en œuvre d'une expérience embarquée en ballon stratosphérique dont le lancement est supervisé par le CNES ensuite en M2) et les stages de quatre mois en fin de M2, la professionnalisation progressive de la formation est clairement structurée. L'adaptabilité en cours de M1 permet aux étudiants d'éventuellement modifier leurs projets professionnels. L'évaluation des projets et des stages est effectuée traditionnellement par rapport écrit et soutenance.

La place de la recherche est très claire par l'appui sur les laboratoires du sites et les organismes nationaux et collaborations internationales du domaine.

Le domaine de formation étant très proche de l'utilisation de l'outil, il existe donc naturellement des travaux dirigés et des travaux pratiques sur machines tout au long du master. Il n'y pas données sur d'éventuelles innovations pédagogiques mises en place de façon coordonnée au niveau de la mention.

Les cours peuvent être donnés en anglais quand l'auditoire le requiert. Des compléments de formation en anglais, visant à la valorisation à l'international, sont mis en place (rédaction de CV, lettre de candidature, exposé, publication, demande de financement).

### Pilotage

L'équipe coordinatrice (directoire) comporte le responsable du master, les trois responsables d'année (M1, M2 ASEP, M2 TSI), le correspondant de l'ISAE et le co-responsable du *Space Master*. L'équipe enseignante au complet est quant à elle essentiellement issue de l'IRAP en ce qui concerne l'option ASEP, et pour moitié IRAP et moitié milieu socio-économique du spatial en ce qui concerne l'option TSI. Ces compositions sont très équilibrées et très justement ouvertes vers l'extérieur. Les réunions enseignantes ne semblent pas être toutes formalisées, et les étudiants sont consultés au moins une fois par an.

Le conseil de perfectionnement est, selon les règles fixées par l'Université, composé de six membres socio-professionnels (leur origine n'est pas précisée), des membres du directoire, de la direction du département de Physique, du secrétariat pédagogique du M2, et de deux représentants étudiants (ASEP et TSI). Il se réunit annuellement. L'évaluation des enseignements par les étudiants est effectuée à l'aide de l'outil LimeSurvey (logiciel libre de création de questionnaires), aux questions a priori formatées, mais adaptables à la formation. Les résultats sont ensuite analysés par une commission paritaire annuelle. Les propositions qui en ressortent sont enfin discutées par le conseil de perfectionnement. Une évaluation parallèle (ce n'est pas explicité clairement) semble être proposée aux étudiant·es sur chacune des années (M1, M2 ASEP, M2 TSI), et le conseil de perfectionnement demande également une évaluation du master dans sa globalité aux étudiants sortants.

Les modalités d'évaluation des étudiant·es sont des plus classiques (épreuves écrites, épreuves orales, oral sur article en M2, TP, rapport/soutenance de projet). Le nombre de crédit ECTS n'est pas exactement proportionnel au nombre d'heures devant l'étudiant. La composition des jurys représentant tous les intervenants est bien adaptée. Il n'y a pas de détail explicité concernant des compétences transverses. La déclinaison de la

formation par compétences ou bloc de compétences n'est pas encore mis en place.

Les modalités de recrutement ne sont pas précisées. Une mise à niveau des étudiants intégrant directement le M2 (écoles d'ingénieurs, Space Master) est dispensée afin d'assurer à chacun le même socle de connaissances.

### Résultats constatés

La formation reçoit actuellement une centaine de candidatures en M1, pour 25 places. Il est donc attractif. Dans le passé (2016-17) le nombre de place a été plus élevé (environ 35), sans sélection. Le rapport fait état d'un faible taux de réussite dans ces conditions. En 2018-2019, il y avait 20 inscrits et le taux de réussite était de 95%. Les taux de réussite annoncés en M2 sont de l'ordre de 90 % sur 10 ans en ASEP, et de près de 100 % en TSI. Il y a visiblement peu d'attractivité internationale au niveau M1 (trois inscrit·es en 2016-17, aucun·e depuis), mais de nombreuses candidatures provenant de diplômés d'autres universités françaises (la moitié des effectifs en 2018-19). Un recrutement assez important apparaît au niveau M2 (34 étudiants en M1 en 2017-18 et 44 en M2 l'année suivante), provenant probablement et en partie au moins du *Space Master*.

Le suivi des diplômés du parcours TSI repose en partie sur l'association des alumni de ce parcours, celui du parcours ASEP sur des enquêtes nationales qui s'arrêtent en 2015.

Le dossier indique un taux de poursuite en thèse de 60 % en ASEP et un taux d'embauche de près de 100 % en TSI.

## CONCLUSION

### Principaux points forts :

- Une bonne adaptation au domaine et au contexte local.
- Un volet international bien développé en M2.
- Une bonne organisation du pilotage de la formation.

### Principaux points faibles :

- Une analyse du suivi des diplômés insuffisante.
- Une absence d'approche par compétences.

## ANALYSE DES PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

La mention de master *Sciences de l'univers et technologies spatiales* est une formation bien construite et en pleine évolution. Les finalités, ainsi que l'orientation à l'internationale et le mode de fonctionnement sont à maintenir. Le recrutement à l'international en M1 serait cependant à développer. Le suivi des diplômés mériterait d'être mieux analysé et l'approche par compétence développée.

## OBSERVATIONS DE L'ÉTABLISSEMENT

Toulouse, le 10 mars 2020  
N° 0397/ISAE/DFM/dd

Affaire suivie par : Didier Delorme  
Tel. : 05.61.33.80.15  
didier.delorme@isae.-supaero.fr

HCERES  
Monsieur Jean-Marc GEIB  
Directeur  
Département d'évaluation des formations  
2 rue Albert Einstein  
75013 Paris, France

*Objet : Rapport d'évaluation Champ de formation Sciences et technologies pour l'aéronautique et l'espace.*

Monsieur le Directeur,

Le rapport résultant du travail des experts du Hcéres concernant l'évaluation du champ de formation Sciences et technologies pour l'aéronautique et l'espace de l'ISAE fournit un ensemble d'appréciations et de recommandations que nous prendrons en compte pour la finalisation et la présentation de notre projet d'accréditation.

Nous remercions les experts pour l'attention portée à ce dossier et la qualité et la précision du travail réalisé.

Nous n'avons aucune observation à formuler sur la partie relative à l'évaluation du champ de formation Sciences et Technologies pour l'aéronautique et l'espace lui-même.

Les demandes de correction d'erreurs factuelles concernant l'ISAE-SUPAERO vous seront adressées directement par les établissements co-accrédités, à savoir l'ENAC pour la mention « Aéronautique et espace » et l'UPS pour les mentions « Energétique et thermique », 'Génie mécanique », « Mathématiques et applications », « Réseaux et télécommunications », « Sciences de l'univers et technologies spatiales ».

En espérant que ces éléments compléteront utilement le rapport, je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Olivier LESBRE  
Directeur Général de l'ISAE-SUPAERO



Les rapports d'évaluation du Hcéres  
sont consultables en ligne : [www.hceres.fr](http://www.hceres.fr)

Évaluation des coordinations territoriales

Évaluation des établissements

Évaluation de la recherche

Évaluation des écoles doctorales

Évaluation des formations

Évaluation à l'étranger



2 rue Albert Einstein  
75013 Paris, France  
T. 33 (0)1 55 55 60 10

[hceres.fr](http://hceres.fr)

[@Hceres\\_](https://twitter.com/Hceres_)

[Hcéres](https://www.youtube.com/Hceres)