

HCERES

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

Département d'évaluation des formations



Rapport d'évaluation

Master Ingénierie de systèmes complexes

Université de Lorraine

Campagne d'évaluation 2016-2017 (Vague C)

Rapport publié le 14/06/2017

HCERES

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

Département d'évaluation des formations

Pour le HCERES,¹

Michel Cosnard, 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 2016-2017

sur la base d'un dossier déposé le 13 octobre 2016

Champ(s) de formations : Sciences et technologies et sciences de l'ingénieur

Établissement déposant : Université de Lorraine

Établissement(s) cohabilité(s) : /

Présentation de la formation

L'objet du master *Ingénierie des systèmes complexes* (ISC) est de former des cadres en ingénierie de systèmes à technologies numériques, tels que des systèmes de contrôle-commande embarqués, de production de biens ou de services, de soutien logistique, que l'on rencontre dans des secteurs industriels très variés (transport, énergie, chimie, etc.).

La formation vise l'acquisition de compétences scientifiques disciplinaires, dans les domaines de l'automatique, du traitement du signal et de la mesure, mais aussi l'apprentissage d'une approche transdisciplinaire et coopérative, qui est indispensable pour mener à bien la conception ou l'exploitation d'un système complexe.

Le master *ISC*, développé uniquement sur le site de Nancy, comporte un M1 commun et trois spécialités de M2 :

- *Systèmes et technologies de l'information et de la communication* (STIC),
- *Mesure, performance, certification* (MPC),
- *Ingénierie systèmes par la pratique* (ISP).

Il comporte neuf parcours professionnels et un parcours recherche.

L'enseignement est en présentiel. Le public est essentiellement en formation initiale, sauf pour la spécialité *ISP* en alternance.

Analyse

Objectifs

Les objectifs de la formation sont clairement exposés. Il s'agit de former des cadres en ingénierie de systèmes à technologies numériques, tels que des systèmes de contrôle-commande embarqués, de production de biens ou de services. La formation vise l'acquisition de compétences scientifiques disciplinaires, dans les domaines de l'automatique, du traitement du signal et de la mesure, mais aussi l'apprentissage d'une approche transdisciplinaire et coopérative, qui est indispensable pour mener à bien la conception ou l'exploitation d'un système complexe.

Les métiers à l'issue de la formation sont bien renseignés : il s'agit à la fois de métiers classiques en ingénierie ou exploitation de systèmes, et de métiers en émergence tels qu'ingénieur en modélisation-optimisation ou responsable de la validation expérimentale d'un produit. En outre, le parcours recherche du master prépare bien à la fonction d'ingénieur de recherche en entreprise et à la poursuite d'études doctorales. Cependant, l'étendue de l'offre de formation ne permet pas de se rendre compte aisément des compétences visées par chaque parcours.

Organisation
<p>Le master <i>ISC</i>, développé uniquement sur le site de Nancy, comporte un M1 commun et trois spécialités de M2 : <i>Systèmes et technologies de l'information et de la communication</i> (STIC), <i>Mesure, performance, certification</i> (MPC) et <i>Ingénierie systèmes par la pratique</i> (ISP). L'offre de formation du M1 est très lisible, avec un déroulement de la formation permettant aux étudiants de se spécialiser. La structure du M2 est trop complexe : pas moins de neuf parcours professionnels et un parcours recherche sont proposés à un petit nombre d'étudiants.</p> <p>Les enseignements sont cohérents par rapport aux objectifs scientifiques et professionnels. Toutefois, compte tenu du nombre élevé de parcours professionnels, il est nécessaire d'accroître la participation des intervenants industriels, qui n'assurent que 13 % du volume d'heures d'enseignements par étudiant en M1, et 6 % en M2.</p> <p>La formation a bénéficié jusqu'en 2015 d'une co-habilitation avec l'Ecole Normale Supérieure de Cachan. Deux autres atouts du master tiennent dans la coordination d'un programme Erasmus Mundus et d'une antenne délocalisée au Maroc.</p>
Positionnement dans l'environnement
<p>L'analyse du dossier montre une réelle connaissance des différents acteurs de l'environnement de la formation et une envie d'établir des collaborations fortes, à différentes échelles (régionale, nationale et internationale), tant du point de vue académique, que du point de vue associatif ou industriel. L'adossement à la recherche repose sur les enseignants-chercheurs, qui assurent 80 % des heures d'enseignements par étudiant, et sur le fort soutien apporté par le Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN). L'environnement socio-économique régional est propice au développement de ce master. Toutefois, l'implication dans les enseignements d'intervenants professionnels n'est pas suffisante.</p> <p>Le master <i>ISC</i> est précurseur, puisqu'il était le seul dans cette thématique en France, jusqu'à la rentrée 2015 ; le dossier recense aujourd'hui cinq autres masters concurrents, qui ont démarré depuis cette date.</p> <p>Le master <i>ISC</i> coordonne le programme Erasmus Mundus PERCCOM (PERvasive Computing & COMMunications for sustainable development), qui est le seul programme de master dans cette thématique en Europe.</p>
Equipe pédagogique
<p>Le master <i>ISC</i> s'est doté d'une équipe de formation (19 membres, dont 15 enseignants et 2 étudiants), qui veille à la cohérence des parcours. Cette équipe se réunit deux fois par an, après les jurys du master. L'équipe pédagogique est principalement constituée d'enseignants-chercheurs membres du CRAN. La participation des industriels n'est pas suffisante. Un responsable est désigné pour chaque semestre du M1, pour chaque spécialité du M2 et pour chaque parcours du M2. Il y a en outre une personne en charge des projets de M1 et M2 et des stages. Enfin, pour le parcours recherche du M2, un correspondant pédagogique est identifié dans chacune des 4 écoles d'ingénieurs qui interagissent avec le master.</p> <p>Le dossier suggère, à juste titre, de simplifier cette organisation du pilotage de la formation.</p> <p>L'équipe pédagogique se réunit régulièrement. Un point fort est la formation spécifique qu'elle a reçue pour l'enseignement de l'ingénierie système : apprentissage par projets, modélisation multi-physique, ateliers d'ingénierie système, ingénierie des exigences. Cette dernière matière fait l'objet d'une certification professionnelle internationale.</p>
Effectifs, insertion professionnelle et poursuite d'études
<p>L'effectif est d'environ 45 étudiants en M1, et de 40 à 50 étudiants en M2. A noter que les élèves des 4 écoles d'ingénieurs de l'Université de Lorraine (UL), qui suivent le parcours recherche en M2, (environ 30 étudiants) ne sont pas comptabilisés dans ces chiffres. Le taux d'étudiants étrangers est important : 55 %, sans compter les étudiants des sites délocalisés du Maroc. En revanche, l'effectif d'étudiants diplômés d'universités françaises hors UL est en diminution ; le dossier analyse cette baisse des effectifs et fait état des actions menées pour augmenter la visibilité du master, aux échelles nationale et internationale. On note un déséquilibre important entre les spécialités du M2 : l'essentiel de l'effectif est en <i>STIC</i>. Il est indispensable d'en tenir compte, en réduisant le nombre de parcours du M2. Le taux de réussite en M2 est bon : de l'ordre de 90 %. Le taux d'insertion à 18 mois, mesuré par l'observatoire des étudiants, est de 76 %. On note que 85 % des diplômés occupent un emploi à durée indéterminée en accord avec la formation, avec un salaire mensuel net de l'ordre de 2000 euros. La poursuite en doctorat devrait être améliorée.</p>
Place de la recherche
<p>Tous les enseignants-chercheurs impliqués dans la formation sont membres du CRAN, dont les points forts sont en cohérence avec la thématique du master. Le CRAN soutient particulièrement le parcours recherche du master, par exemple en hébergeant sur son site les sujets de stages. Le master intègre certaines innovations de la recherche dans la formation (Prognostic and Health Management, biocybernétique). En revanche, la place de la recherche industrielle dans le master est faible, du fait de la composition essentiellement universitaire de l'équipe pédagogique.</p> <p>Les étudiants sont initiés à la recherche dès le second semestre du M1. Ils participent en M2 à des séminaires donnés par des membres du CRAN, qui exposent la place de la recherche et des contrats. Malgré ces efforts, le taux de poursuite</p>

d'études en doctorat est moyen : entre 18 % et 49 %, selon les années, pour le parcours recherche du M2. Toutefois, ce taux ne tient pas compte des élèves-ingénieurs, inscrits en double cursus : le dossier indique que ceux-ci poursuivent régulièrement en doctorat mais l'effectif de ces doctorants n'est pas précisé. Parmi les 106 thèses soutenues au CRAN sur la période de référence du dossier, 26 l'ont été par des diplômés du master *ISC*.

Place de la professionnalisation

La place de la professionnalisation est à renforcer, en augmentant la participation à la formation de professionnels expérimentés. Un atout du master *ISC* est la pédagogie par projet (pratiquée dans la spécialité *ISP*), qui favorise l'insertion des diplômés. Une unité d'enseignement (UE) générique du semestre 4, consacrée au « projet personnel », met l'accent sur les certifications professionnelles, notamment les certifications CISCO (réseaux informatiques) et BSCM (Basics of Supply Chain Management). En outre, d'anciens élèves interviennent pour présenter leur entreprise et leur métier ; cependant, le nombre d'interventions par année n'est pas mentionné dans le dossier.

Le Service d'Orientation et d'Insertion Professionnelle accompagne les étudiants qui le souhaitent, pour le choix de la formation la plus adaptée à leur projet. Par ailleurs, la « démarche projet », proposée par le master, permet de préparer les étudiants (mais la grille d'évaluation actuelle est peu lisible, comme le reconnaît le dossier).

La fiche RNCP de la formation est rédigée avec soin, pour chacune des trois spécialités du master *ISC*.

Place des projets et des stages

Deux projets industriels, demandant chacun 96h de travail personnel par étudiant, sont prévus, l'un en M1, et l'autre en M2. L'organisation de ces projets doit respecter un plan de management, défini par l'équipe pédagogique, en respectant la norme ISO 29110. Dans le parcours recherche du master, le projet industriel en M2 est remplacé par un projet de synthèse bibliographique. Le stage obligatoire en M2, d'au moins 20 semaines, est effectué, selon le parcours, dans une entreprise ou dans un laboratoire de recherche. Chaque étudiant doit rechercher lui-même son stage, en adéquation avec le parcours suivi ; le dossier n'indique pas s'il existe une base de données des stages. L'évaluation est effectuée sur la base d'un rapport de stage et d'une soutenance orale. Une particularité semble très pertinente : dans le parcours recherche, le rapport de stage doit prendre la forme d'une publication, sous la forme d'une communication de conférence de 6-8 pages (au format IFAC). Un schéma spécifique est mis en place pour la spécialité *ISP*, qui accueille un petit nombre d'étudiants en alternance (12 au total, sur les 3 dernières années).

Place de l'international

Le master *ISC* accorde une place remarquable à sa dimension internationale. Il est associé au programme Erasmus Mundus PERCCOM et il est, de ce fait, partie prenante d'un réseau international d'experts dans le « Green ICT ». Cette association entraîne un effectif important d'étudiants étrangers : 18, 15 et 19 étudiants inscrits en M1, pour ces 3 dernières années universitaires. Le master *ISC* figure dans le répertoire mondial des formations en ingénierie système.

La formation est délocalisée au Maroc, au sein de l'Ecole Marocaine des Sciences de l'Ingénieur. Les étudiants de cette école peuvent suivre le master *ISC* au Maroc, en double cursus, en parallèle de leur 5^{ème} année d'études. L'encadrement des projets est pris en charge par l'équipe pédagogique de Nancy.

Un point faible de la maquette pédagogique doit être corrigé : le master ne comporte pas d'UE d'anglais en M1.

Le dossier mentionne le développement en cours d'une nouvelle offre de formation complète en anglais.

En revanche, peu d'étudiants français effectuent leur stage à l'étranger. De même, le dossier ne fait pas état de déplacements d'enseignants français à l'étranger (en dehors de l'antenne délocalisée au Maroc).

Recrutement, passerelles et dispositifs d'aide à la réussite

Le recrutement du master suit les procédures de l'UL. Une commission de recrutement, composée d'une partie de l'équipe pédagogique et du responsable des licences, se réunit tous les mois, de mars à août, pour examiner les dossiers présentés sur les plateformes CIELL et Campus France. En 2015-2016, il y a eu 366 dossiers examinés, 154 candidatures acceptées, et 146 étudiants présents à la rentrée. Plus précisément, le taux d'acceptation est de 42 % pour la plateforme CIELL, contre 25 % pour Campus France. Le rapport fait état de difficultés pour recruter, via Campus France, des étudiants de niveau suffisant.

Il est nécessaire d'augmenter le flux d'admission en M1, qui dépend actuellement trop étroitement d'une licence locale. Pour étendre le bassin de recrutement des étudiants, il faut améliorer la communication faite à leur intention (salons d'étudiants, journées portes ouvertes, etc.).

Il n'y a pas de passerelle, ni de dispositif particulier d'aide à la réussite. Un examen au cas par cas est toutefois possible : le dossier indique que quelques étudiants ont bénéficié de ce dispositif.

Modalités d'enseignement et place du numérique
<p>L'enseignement est en présentiel. Le public est essentiellement en formation initiale, sauf pour la spécialisation <i>ISP</i> en alternance. Pour la validation des acquis de l'expérience (VAE), le master a mis en place un processus d'accompagnement de chaque candidat par un enseignant-chercheur référent. Toutefois, le dossier ne mentionne pas le nombre de demandes qui ont été effectivement traitées.</p> <p>Le master <i>ISC</i> a mené une réflexion sur l'évolution des pratiques pédagogiques : un point saillant du dossier est la formation d'une partie de l'équipe pédagogique à la pédagogie par projet.</p> <p>Le master exploite les outils numériques de l'UL et de l'Atelier Interétablissements de Productique (AIP) Primeca Lorrain. En particulier, les supports de cours sont disponibles sur la plateforme Arche et les projets de M1 et M2 sont gérés via la plateforme collaborative QuickPlace. Le numérique est aussi employé comme moyen de communication, pour la gestion administrative dématérialisée (emploi du temps, textes législatifs, modalités des contrôles de connaissances).</p>
Evaluation des étudiants
<p>L'évaluation des étudiants est en cohérence avec les règles de l'UL, pour une formation de type master. L'affectation d'un même coefficient à toutes les UE permet d'éviter que certaines UE ne soient délaissées.</p> <p>L'évaluation en contrôle continu est effective pour la plupart des UE.</p> <p>Le jury d'examen se réunit à la fin de chaque semestre, en présence notamment du responsable de la licence en <i>Sciences pour l'ingénieur-Electronique, énergie électrique et automatique</i> (SPI-EEA) et des directeurs du CRAN et de l'école doctorale IAEM. Chaque réunion de jury est précédée d'une commission, à laquelle sont invités l'ensemble des responsables d'UE du semestre, les responsables du M1, le responsable de la formation pratique du M1 et les responsables des spécialités.</p> <p>Les règles de délivrance des crédits ECTS et du diplôme ne sont pas mentionnées dans le dossier.</p>
Suivi de l'acquisition de compétences
<p>Les compétences visées par la formation sont clairement exposées : elles sont regroupées en Savoir-Faire, Savoir et Savoir-Faire, Savoir-Faire et Savoir-Etre. Leurs organisations et répartitions sont en adéquation avec une formation de cadre dirigeant. L'ensemble de ces compétences sont définies à partir des référentiels industriels. Cependant, au vu des compétences énumérées, et face au grand nombre de parcours existants, la question est posée de l'acquisition des compétences, en fonction des options choisies. Des fiches d'évaluation sont proposées aux étudiants, mais le dossier reconnaît que leur utilisation n'est pas aisée, et un nouveau modèle de fiche est en préparation. La mise en place d'un portefeuille de compétences constituerait une amélioration du dossier.</p> <p>Par ailleurs, comme indiqué plus haut, le master <i>ISC</i> permet de préparer notamment les certifications CISCO et BSCM.</p> <p>Le supplément au diplôme utilisé par la formation ne figure pas dans le dossier.</p>
Suivi des diplômés
<p>Le suivi des diplômés est effectué par le biais de l'observatoire de l'UL, à 6 mois et à 18 mois après le jury de diplôme. Les points abordés dans le questionnaire adressé aux diplômés sont la poursuite d'études, la nature du contrat (durée déterminée ou indéterminée), le métier, le salaire, le niveau d'emploi et la localisation. Les enquêtes ont permis d'analyser, métier par métier, la nature des emplois occupés par les diplômés.</p> <p>Le master s'appuie également sur les réseaux sociaux (Facebook, Twitter, LinkedIn, Viadeo), pour garder le contact avec les diplômés depuis plus de 6 mois. En particulier, le suivi des étudiants du parcours Erasmus Mundus PERCCOM est facilité par son blog et par les réseaux sociaux.</p> <p>Il s'avère toutefois difficile de suivre la carrière des étudiants ayant préparé le master <i>ISC</i> au Maroc.</p>
Conseil de perfectionnement et procédures d'autoévaluation
<p>Le conseil de perfectionnement est composé de l'équipe de formation, de cinq représentants du milieu industriel, d'anciens étudiants et de représentants des laboratoires (la liste des laboratoires impliqués n'est pas précisée dans le dossier). Il se réunit une fois par an, pour se prononcer sur la politique de formation du master.</p> <p>Le master <i>ISC</i> a retenu l'outil EvalSys pour l'évaluation, par les étudiants, des enseignements de M1 (en février et en juin) et de M2 (en septembre). Les résultats de ces évaluations sont remis directement aux enseignants ; les responsables des UE rendent compte ensuite au conseil de perfectionnement des modifications apportées, suite à ces évaluations.</p> <p>Ce mode de fonctionnement, qui vient d'être mis en place (la première réunion du conseil de perfectionnement s'est tenue en décembre 2015), paraît tout à fait pertinent.</p>

Conclusion de l'évaluation

Points forts :

- Le domaine particulièrement prometteur, et précurseur en France puisque ce master était le seul dans cette thématique jusqu'à la rentrée 2015.
- L'offre aux étudiants d'un choix du parcours à la carte.
- L'organisation sur la base d'une bonne connaissance de l'environnement académique et industriel.
- La dimension internationale remarquable, se manifestant en particulier par l'association du master /SC à un programme Erasmus Mundus et par sa délocalisation dans une école d'ingénieurs au Maroc.
- L'attractivité avérée auprès des étudiants, avec un effectif autour de 45 étudiants en M1, et de 40 à 50 étudiants en M2.
- Le fort soutien du CRAN, laboratoire de rattachement de la plupart des enseignants-chercheurs de l'équipe pédagogique.

Points faibles :

- La structure touffue du master en trois spécialités, neuf parcours professionnels et un parcours recherche.
- L'insuffisance de l'implication d'intervenants professionnels de l'industrie, compte tenu du nombre de parcours professionnels proposés.
- Le peu de lisibilité de la formation, du fait de sa structure complexe, mais aussi du fait de défauts de présentation et d'un manque de concision, défauts présents tant dans sa maquette que dans le dossier d'autoévaluation.
- Le pilotage trop complexe, induisant un risque de dilution des responsabilités.
- L'absence d'UE d'anglais en M1.

Avis global et recommandations :

Le master *Ingénierie des systèmes complexes* est un atout pour l'Université de Lorraine, car il porte sur une thématique particulièrement actuelle. Il est précurseur en France dans ce domaine et il a une dimension internationale remarquable.

La principale recommandation concerne la nécessité de simplifier sa structure, pour améliorer sa lisibilité et faciliter son pilotage.

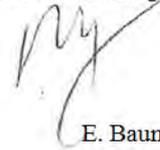
Il est en outre recommandé :

- de programmer une UE d'anglais en M1,
- d'améliorer la communication à destination des étudiants, de sorte à augmenter le flux d'admission en M1, qui dépend actuellement trop étroitement d'une licence locale.

Observations de l'établissement

Pas d'observations

Le Vice-Président en charge de la Formation



E. Baumgartner