

**DELIBERATION PORTANT SUR LA CREATION D'UN PARCOURS « INDUSTRIES 4.0 »
EN 2^{ème} ANNEE DU MASTER AUTOMATIQUE ROBOTIQUE PORTE PAR L'EUPI**

LA COMMISSION DE LA FORMATION ET DE LA VIE UNIVERSITAIRE DU CONSEIL ACADEMIQUE DE L'UNIVERSITE CLERMONT AUVERGNE, DANS SA DELIBERATION A DISTANCE DU LUNDI 06 AVRIL 2020,

Vu le code de l'éducation ;

Vu l'ordonnance n°2014-1329 du 06 novembre 2014 relative aux délibérations à distance des instances administratives à caractère collégial ;

Vu le décret n°2014-1627 du 26 décembre 2014 relatif aux modalités d'organisation des délibérations à distance des instances administratives à caractère collégial ;

Vu le décret n° 2020-293 du 23 mars 2020 prescrivant les mesures générales nécessaires pour faire face à l'épidémie de covid-19 dans le cadre de l'état d'urgence sanitaire ;

Vu les circonstances exceptionnelles liées aux mesures nationales de confinement mises en œuvre dans le cadre de la lutte contre la propagation du virus Covid-19 ;

Vu les statuts de l'Université Clermont Auvergne ;

Vu les documents transmis par voie électronique ;

Après en avoir délibéré ;

DECIDE

d'approuver la création du parcours « Industries 4.0 » en 2^{ème} année du Master mention Automatique robotique tel que présenté en annexe.

Membres en exercice : 41

Votes : 27

Pour : 10

Contre : 1

Abstentions : 16

CLASSE AU REGISTRE DES ACTES SOUS LA REFERENCE : Délibération à distance CFVU
UCA 2020-04-06-07

TRANSMIS AU RECTEUR : 24/04/2020

PUBLIE LE : 24/04/2020

Modalités de recours : En application de l'article R421-1 du code de justice administrative, le Tribunal Administratif de Clermont-Ferrand peut être saisi par voie de recours formé contre les actes réglementaires dans les deux mois à partir du jour de leur publication et de leur transmission au Recteur.

Composante : Ecole Universitaire de Physique et d'Ingénierie

Master : mention Automatique Robotique

Demande de création d'un nouveau parcours : année Master 2 “ Industrie 4.0 ”

1 – Contexte de la demande

1.1 – Objectifs et structuration de la formation existante

Le **Master mention Automatique Robotique** accrédité sur la période 2017-21 cible le domaine des systèmes automatisés au sens large, depuis les ateliers automatisés de production jusqu'aux machines spéciales et prototypes robotisés.

Il aborde ces systèmes sous un angle pluridisciplinaire Génie Electrique et Génie Mécanique pour préparer les étudiants à la conception, réalisation et maintenance de ces systèmes automatisés / robotisés. Pour cela, il propose :

- **une année Master 1 unique**, proposée sur un rythme de formation initiale (mais qui accueille très régulièrement un ou deux étudiants en formation continue, qui suivent l'intégralité des deux années du Master)
- **une année Master 2 parcours Mécatronique**, proposée sur un rythme de formation initiale (même remarque que ci-dessus), qui insiste sur les outils et méthodes utilisés dans le domaine industriel pour les étudiants qui visent cette insertion professionnelle.
- **une année Master 2 parcours Perception artificielle et Robotique**, proposée sur un rythme de formation initiale (même remarque que ci-dessus), qui présente les problématiques recherche en robotique et l'état de l'art correspondant pour les étudiants intéressés par le milieu de la Recherche publique ou privée ou les sociétés innovantes.

Ce parcours accueille un nombre important d'élèves-ingénieur des 3 écoles locales du domaine SPI (Isima, Polytech Clermont et Sigma Clermont) dans le cadre d'un double cursus mené en parallèle de la dernière année ingénieur (environ 20 élèves-ingénieurs chaque année). Il est co-accrédité par l'établissement Sigma Clermont et un accord de collaboration explicite l'implication sur ce parcours des 2 écoles internes Isima et Polytech Clermont.

Dans le cadre du futur établissement expérimental UCAEE, la collaboration de tous les partenaires sera pérennisée par un portage partagé de ce parcours entre l'Institut des Sciences (porteur de la mention) et l'INP (qui rassemblera désormais les 3 écoles). Enfin, ce parcours a été retenu comme l'une des 4 années de formation proposées par l'INP pour répondre à l'appel à projets Structuration de la formation par la recherche dans les initiatives d'excellence (SFRI). Si le retour sur cet appel à projets SFRI était positif, le parcours *Perception artificielle et Robotique* basculerait alors intégralement en langue anglaise.

1.2 – Contexte amenant à solliciter l'ouverture d'un 3^{ième} parcours

L'objectif de la présente demande est de compléter l'offre du **Master mention Automatique Robotique** en ouvrant sur l'année Master 2 un troisième parcours nommé “ Industrie 4.0 ”, proposé exclusivement en alternance sur le site d'Issoire.

Le Master mention Automatique Robotique serait alors structuré comme suit :

- **une année Master 1 unique**, proposée sur les Cézeaux sur un rythme de formation initiale.
- **deux années Master 2** proposées aussi sur les Cézeaux sur un rythme de formation initiale :
 - une année **Master 2 parcours Mécatronique**
 - une année **Master 2 parcours Perception artificielle et Robotique** ouverte largement aux élèves-ingénieur des 3 écoles de l'INP dans le cadre de double cursus. Ce parcours sera en portage partagé entre l'Institut des Sciences et l'INP et les enseignements seront donnés intégralement en langue anglaise si le retour sur l'appel à projets SFRI est positif
- **une année Master 2 parcours Industrie 4.0** proposée à Issoire exclusivement en alternance

La demande de création de ce parcours *Industrie 4.0* est motivée par :

- le caractère émergent et très porteur de ce nouveau domaine d'activité,
- la capacité des équipes pédagogiques de l'Institut des Sciences et de l'INP à proposer des enseignements fondamentaux et appliqués sur ce domaine,
- la présence sur le site d'Issoire d'une entreprise possédant une forte expertise sur ce domaine.

Le vocable Industrie 4.0 désigne l'exploitation des données collectées au sein de l'entreprise, pour en optimiser le fonctionnement. Les systèmes automatisés de production sont aujourd'hui interconnectés et diffusent en temps-réel de grandes quantités de données vers les serveurs de l'entreprise et/ou vers les objets connectés mobiles présents au sein de l'entreprise. Récupérer, organiser et "faire parler" ce grand ensemble de données permet d'envisager des gains de productivité conséquents, une optimisation de la gestion des énergies, des consommables et des délais et donc **au final une amélioration globale de la compétitivité des entreprises génératrice d'emplois** (source BPI France¹ : 10 % à 20% de productivité en plus, gain de 35 à 60% de flexibilité des coûts de production, réduction de 30% des coûts de maintenance et de 70 % des pannes, 100 000 nouveaux emplois par an dans l'industrie)

L'offre de formation sur le domaine de l'Industrie 4.0 est encore en émergence. A l'instant courant, aucun Master mention Automatique Robotique ne propose ce parcours. Nous n'avons identifié que :

- 2 parcours sur des Master mention Ingénierie des Systèmes Complexes :
 - parcours *Transformation numérique pour l'industrie* (Saclay)
 - parcours *Ingénierie numérique et pilotage pour l'industrie connectée* (Nancy)
- 2 parcours sur des Master mention Génie Industriel :
 - parcours *Industrie 4.0* (Lille)
 - parcours *Industrie numérique* (Saint-Quentin)
- 1 parcours sur un Master mention Informatique
 - parcours *Industrie 4.0* (Pau).

L'ouverture d'un parcours *Industrie 4.0* au sein du Master mention Automatique Robotique proposé par l'UCA apparaît **pertinente dans ce paysage et originale de par la mention qui le porte.**

Ce domaine d'activité Industrie 4.0 **s'intègre parfaitement dans le champ large des systèmes automatisés** qu'adresse la mention Automatique Robotique proposée à l'UCA. Les deux parcours originaux de la mention, parcours *Mécatronique* et parcours *Perception artificielle et Robotique*, abordent ces systèmes sous un angle pluridisciplinaire Génie Electrique et Génie Mécanique pour préparer les étudiants à la conception, réalisation et maintenance de ces systèmes automatisés / robotisés. Le nouveau parcours *Industrie 4.0* propose également un angle pluridisciplinaire, mais cette fois Génie Electrique et Génie Informatique. **Nous pouvons localement offrir ce glissement**

¹ <https://www.bpifrance.fr/A-la-une/Dossiers/L-industrie-de-demain-se-construit-aujourd-hui/Video-1-minute-pour-comprendre-l-industrie-du-futur-38779>

disciplinaire du fait des synergies fortes entre l'Institut des Sciences et les 3 écoles de l'INP qui sont associées à la création de ce parcours (l'ISIMA en premier lieu, mais Polytech Clermont et Sigma Clermont sont également impliquées, chaque école ayant pris la responsabilité d'une ou plusieurs Unité(s) d'Enseignement sur ses domaines d'expertise).

L'autre élément déterminant qui conduit à la demande d'ouverture de ce nouveau parcours *Industrie 4.0* est la présence de la société BrainCube sur le site d'Issoire, société internationalement reconnue pour ses logiciels d'analyse de données au service de l'industrie. **La société BrainCube a été moteur dans la création du parcours Industrie 4.0 et participera très activement à la formation** par des interventions de ses ingénieurs sur les parties métier et la mise à disposition de ses logiciels et de jeux de données correspondant à des cas d'utilisation de l'industrie 4.0. Cette implication de la société BrainCube sur ce nouveau parcours est en cours de contractualisation via une convention de partenariat entre l'UCA (Institut des Sciences et les 3 écoles de l'INP), la commune d'Issoire, la communauté d'agglomération Agglo Pays d'Issoire et la société BrainCube.

Lors de la présentation du projet de création de ce nouveau parcours, les entreprises du bassin très industrialisé d'Issoire ont immédiatement donné un accueil très positif, ce qui nous a amené à prendre le parti **de ne proposer ce nouveau parcours que dans le cadre de l'alternance**, sous la forme de contrats de professionnalisation ou de contrats d'apprentissage. Ces entreprises souhaitent accéder à des cadres formés aux outils de l'Industrie 4.0 et en conséquence nous avons rassemblé à ce jour **dix lettres d'engagement** (sociétés AirTM, Aubert et Duval, BrainCube, Constellium, Créative Mécatronique, DomAéro, FdG, Odeli, SNOF et Valeo) par lesquelles les entreprises signataires s'engagent à proposer sur les 3 prochaines années des sujets d'alternance sur le champ de l'Industrie 4.0 à destination des étudiants de l'année Master 2 parcours *Industrie 4.0*, et pour certaines à proposer des interventions au sein des unités d'enseignement pour présenter aux étudiants leurs expertises métier.

Enfin, les entreprises approchées lors du montage de ce nouveau parcours ont manifesté également un fort intérêt pour que les unités d'enseignement proposées sur le parcours *Industrie 4.0* soient **accessibles à la carte** pour pouvoir faire monter en compétence leur personnel **dans le cadre de la formation continue**. Pour répondre à cette attente, les unités d'enseignement d'un volume de 28h seront toutes programmées sur 4 journées de 7h, de façon qu'une personne en activité puisse se joindre très facilement aux étudiants qui préparent le Master et suivre l'intégralité de l'unité d'enseignement sur laquelle elle souhaite se former en n'étant mobilisée que 4 jours. Un accord de partenariat a été conclu **avec la Chambre de Commerce et d'Industrie** de façon à étendre aussi largement que possible la recherche d'entreprises intéressées par ces actions de formation sur le domaine de l'Industrie 4.0.

La commune d'Issoire et la communauté d'agglomération Agglo Pays d'Issoire se sont fortement mobilisées pour le montage de ce projet développé avec les entreprises de leur bassin. Elles expriment aujourd'hui le souhait **d'héberger à Issoire cette nouvelle année Master 2 parcours Industrie 4.0**. Elles s'engagent via la convention de partenariat mentionnée ci-dessus à mettre à disposition des locaux d'enseignement, à favoriser les conditions d'études des étudiants (assistance à la recherche d'hébergement, accès à une restauration à tarif préférentiel, ...) et à s'impliquer pour la promotion la formation. Enfin, l'équipement du local d'enseignement (mobilier, ordinateurs, matériel de travaux pratiques, ...) sera assuré via une demande spécifique inscrite sur le contrat du territoire d'industrie Issoire-Brioude signé avec la Région et l'Etat en mai 2020.

L'effectif visé en vitesse de croisière pour cette année Master 2 parcours *Industrie 4.0* est **un peu moins de 20 étudiants**, de manière à pouvoir fonctionner constamment avec un unique groupe de Travaux Pratiques, y compris lorsque des personnels en formation continue viennent se joindre à la promotion d'alternants sur certaines unités d'enseignement. Cela permet de limiter l'investissement en équipement pour illustrer le domaine d'activité Industrie 4.0 et aussi la charge sur l'équipe pédagogique.

Les métiers visés à l'issue de la formation sont ceux de **chefs de projet pour la transformation digitale de l'entreprise**. Ce sont des fonctions d'animation et de coordination d'équipes pluridisciplinaires (systèmes de production automatisés, réseaux informatiques, gestion des données) visant à identifier les voies de progrès dans la collecte et l'exploitation des données de production pour améliorer les performances de celle-ci, en réduire les coûts, la rendre plus robuste aux aléas et aussi plus flexible pour s'adapter à la demande. Selon sa sensibilité, le diplômé sera amené à s'investir plutôt sur les **aspects matériels** (systèmes de production, capteurs et objets connectés, ...) ou plutôt sur les **aspects logiciels** (base de données, cloud computing, intelligence artificielle, ...), mais la formation pluridisciplinaire sur tout ce spectre, telle que dispensée sur ce parcours de Master, lui permettra de proposer et de piloter une stratégie pour la transformation digitale de l'outil industriel avec l'ensemble des acteurs de l'entreprise.

Pour maintenir ou asseoir leur compétitivité, les entreprises s'engagent fortement sur la voie de la transformation digitale, tous secteurs d'activité confondus (automobile, aéronautique, métallurgie, médical, ...) comme en témoigne le spectre large des entreprises d'Issoire partenaires de ce parcours de Master. Cet effort est soutenu par de nombreux plans d'investissements nationaux (fonds SPI ou Projets industriels d'avenir (PIAVE) du Programme d'Investissements d'Avenir, plan Intelligence Artificielle du Conseil National de l'industrie Numérique, ...). Les débouchés pour les diplômés de ce parcours de Master apparaissent donc larges et variés.

2 – Articulation avec les M1 des autres Master

Le **vivier local** permettant d'alimenter ce nouveau parcours Master 2 *Industrie 4.0* du Master mention Automatique Robotique sera principalement constitué à parts égales par :

- les étudiants de l'année **Master 1 mention Automatique Robotique** porté par l'EUPI
- les étudiants de l'année **Master 1 mention Informatique** porté par l'Institut d'Informatique

Les effectifs de ces 2 années Master 1 devront donc être légèrement augmentés pour pouvoir alimenter ce nouveau parcours *Industrie 4.0* sans pénaliser les parcours existants de ces 2 mentions de Master.

A la marge, ce nouveau parcours *Industrie 4.0* pourra également être alimenté localement par :

- des étudiants de l'année Master 1 mention Electronique, Energie Electrique, Automatique porté par l'EUPI
- des étudiants de l'année Master 1 mention Energie porté lui-aussi par l'EUPI

Ce vivier local sera bien sûr complété par un **recrutement national** sur les 4 mentions de Master citées ci-dessus, en prêtant attention aux spécificités des années Master 1 proposées par chaque établissement.

3 – Projet de maquette

L'année Master 2 parcours *Industrie 4.0* est proposée **exclusivement en alternance**, dans le cadre de contrats de professionnalisation ou de contrats d'apprentissage. Cette dernière modalité impose de proposer un volume horaire à hauteur de 25% de la durée annuelle de travail (soit 1607 heures si on ne comptabilise pas les congés payés), ce qui conduit à une **maquette de 402h** en présentiel.

Le volume horaire proposé aux étudiants est découpé en 14 **Unités d'Enseignement de 28h** chacune, complétées par 10h de conférences données par des ingénieurs venant présenter les expertises développées par leurs sociétés sur le domaine de l'Industrie 4.0. Chaque Unité d'Enseignement est offerte individuellement à la **formation continue**. Aussi, elles sont chacune programmées sur 4 journées de 7h, de façon qu'une personne en activité puisse se joindre très facilement aux étudiants qui préparent le Master et suivre l'intégralité de l'Unité d'Enseignement en n'étant mobilisée que 4 jours.

Comme mentionné ci-dessus, l'année Master 2 parcours *Industrie 4.0* accueille deux publics dont le bagage scientifique et technique est significativement différent :

- les étudiants de Master 1 mention Automatique Robotique intègrent la formation avec une culture "systèmes automatisés", mais un déficit de prérequis sur les aspects informatiques
- et inversement les étudiants de Master 1 mention Informatique intègrent la formation avec une culture informatique, mais un déficit de prérequis sur les aspects "systèmes automatisés"

En conséquence, les **2 premières Unités d'Enseignement de l'année Master 2 Industrie 4.0 sont doublées** et proposées aux étudiants sous forme d'options :

- les étudiants issus d'un Master 1 mention Automatique Robotique suivent deux Unités d'Enseignement qui leur présentent les éléments d'informatique nécessaires pour appréhender la suite de la formation,
- et de façon symétrique, les étudiants issus d'un Master 1 mention Informatique suivent deux Unités d'Enseignement qui leur présentent les éléments de "systèmes automatisés" nécessaires là encore pour appréhender la suite de la formation.

Ces 2 groupes d'Unités d'Enseignement optionnelles sont impératives pour que les enseignants puissent ensuite exposer les éléments propres au domaine Industrie 4.0 à des étudiants qui partagent un bagage commun. Le **volume horaire total** de l'année Master 2 parcours *Industrie 4.0* est donc $402+2 \times 28=458h$. Le rythme de l'alternance est **2 semaines en formation à l'université, puis 2 semaines en entreprise** (éventuellement 3 semaines pour s'adapter au calendrier des congés universitaires). Ce découpage garantit que chaque Unité d'Enseignement, donnée sous forme de 4 journées de 7h pour des raisons de compatibilité avec les exigences de la formation continue, est présentée sur uniquement 2 alternances. L'ensemble de la formation universitaire (soit 402h présentiel) est réparti sur **12 semaines**, de septembre à mars, puis les étudiants restent en entreprise d'avril à août pour terminer leur activité.

La liste des Unités d'Enseignement est donnée ci-après. Elles sont assurées à parts à peu près égales :

- par des enseignants-chercheurs de l'Ecole Universitaire de Physique et d'Ingénierie (EUPI),
- par des enseignants-chercheurs de l'UFR Mathématiques,
- par des enseignants-chercheurs de l'Institut d'Informatique – Isima,
- par des enseignants-chercheurs de Polytech Clermont,
- par des enseignants-chercheurs de Sigma Clermont

Enfin, l'équivalent d'une Unité d'Enseignement et demie est assuré par des personnels de BrainCube.

Maquette pédagogique

Semestre 1 :

UEs optionnelles à destination des étudiants intégrant la formation avec un profil systèmes automatisés:

UE1.1 Programmation
UE2.1 Bases de données

UEs optionnelles à destination des étudiants intégrant la formation avec un profil informatique :

UE1.2 Automatismes - I
UE2.2 Automatique

UEs présentées à toute la promotion :

UE3 Capteurs, actionneurs, programmation embarquée
UE4 Réseaux
UE5 Automatismes - II
UE6 Entrepôts de données et big data
UE7 Statistiques inférentielles et analyse de données
UE8 Machine learning et reporting - I
UE9 Communication et gestion de projets
UE10 Anglais

Semestre 2 :

UE11 Machine learning et reporting - II
UE12 Robotique et capteurs pour la vision
UE13 Sécurité informatique
UE14 Performance industrielle

4 – Soutenabilité

Le calcul du coût complet de l'année Master 2 parcours *Industrie 4.0* a été simulé en se basant sur les hypothèses suivantes :

- répartition des heures d'enseignement en 1/4 d'heures CM et 3/4 d'heures TD..
- 1 seul déplacement d'enseignant par journée (puisque les Unités d'Enseignement sont programmées sur 4 journées de 7h pour pouvoir être offertes à la formation continue)
- une recette de 7600€ par étudiant (tarif imposé sur la première année lors de l'ouverture d'une formation à l'apprentissage)
- aucun coût pour la mise à disposition des locaux d'enseignement (pris en charge par la commune d'Issoire)
- aucun coût d'équipement (financé par le biais du contrat du territoire d'industrie Issoire-Brioude)

Le résultat de la simulation est donné ci-après (simulation : M2 Industrie 4.0).

Le bilan en coût complet est déficitaire avec ces hypothèses, puisque l'auto-financement n'est atteint que pour 18 étudiants inscrits. Ce seuil serait abaissé :

- si l'année Master 2 parcours *Industrie 4.0* accueillait des personnels en formation continue
- si la tarification de 7600€ par apprenti inscrit était relevée à partir de la deuxième année d'exercice de la formation

Le bilan en coût réellement supporté par l'université a également été simulé :

- en gardant les hypothèses précédentes
- en supposant que les enseignants-chercheurs qui interviendront sur l'année Master 2 parcours *Industrie 4.0* le feront dans le cadre d'heures complémentaires (ce qui sera effectivement le cas)

Le résultat de cette 2nde simulation est également donné ci-après (simulation : M2 Industrie 4.0 HC). Elle montre cette fois un bilan bénéficiaire, même avec seulement 8 étudiants inscrits.