

Unité de recherche
Dossier d'autoévaluation

CAMPAGNE D'EVALUATION 2018-2019
VAGUE E

INFORMATIONS GENERALES

Nom de l'unité : **Laboratoire Universitaire de Recherche en Production Automatisée**

Acronyme : **LURPA**

Domaine et sous-domaine dans la nomenclature du Hcéres : **Sciences et Technologies ; Sciences pour l'ingénieur – SPI ; Sciences et technologies de l'information et de la communication - STIC**

Directeur.rice pour le contrat en cours :

Christophe TOURNIER

Directeur.rice (ou du porteur de projet) pour le contrat à venir :

Olivier BRUNEAU

Type de demande :

Renouvellement à l'identique

Restructuration

Création ex *nihilo*

Établissements et organismes de rattachement :

Liste des établissements et organismes tutelles de l'unité de recherche **pour le contrat en cours et pour le prochain contrat** (tutelles).

Contrat en cours :

- **École normale supérieure Paris-Saclay**

- **Université Paris-Sud**

| Prochain contrat :

| - **École normale supérieure Paris-Saclay**

| - **Université Paris-Sud**

Choix de l'évaluation interdisciplinaire de l'unité de recherche (ou d'une ou plusieurs équipes internes) :

Oui

Non

DOSSIER D'AUTOÉVALUATION

1- Présentation de l'unité

Introduction

Le LURPA est depuis 1994 une Équipe d'Accueil du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (EA 1385). Il est depuis janvier 2004 placé sous la cotutelle de l'École normale supérieure Paris-Saclay et de l'Université Paris-Sud, l'établissement de rattachement principal étant l'ENS Paris-Saclay.

Créé en 1981 sous l'impulsion de la Direction de l'ENS Cachan qui souhaitait mettre en place un laboratoire dynamisant par la recherche les enseignements de Sciences de la Production de son département « Génie Mécanique », le LURPA est resté un laboratoire fédérateur au niveau de la région Ile de France. Au premier juin 2018, ses 15 enseignants-chercheurs (7 PU, 7 MCF et 1 PRAG), provenant de 4 établissements de la région (ENS Paris-Saclay, Université Paris-Sud, Université Paris 13 et SUPMECA), ses 4 IATOS, ses doctorants et étudiants en Master recherche sont accueillis sur un site unique d'une surface utile de 1400m² SHON situé à l'ENS Paris-Saclay. L'organigramme fonctionnel du laboratoire est donné en annexe 3.

Les recherches conduites au laboratoire concernent deux domaines caractéristiques des systèmes de production ; l'un relevant des Sciences pour l'Ingénieur : la Géométrie tridimensionnelle des pièces et des mécanismes (équipe Géo3D désignée équipe E1), et l'autre des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication : l'Ingénierie des Systèmes Automatisés (équipe ISA désignée équipe E2).

L'équipe Géo3D relève de la section 60 du CNU. Elle est composée de 10 enseignants chercheurs : 5 PU, 4 MCF (dont 1 HDR) et 1 PRAG HDR (voir fichier Excel : « Données du contrat en cours »). L'ensemble des opérations de recherche de l'équipe Géo3D s'inscrit dans les quatre thématiques suivantes :

- Caractérisation des composants et des interfaces entre composants,
- Comportement multi-physique des assemblages et systèmes poly-articulés,
- Qualification des processus d'acquisition de la géométrie des formes,
- Développements méthodologiques pour la conception et la production intégrée.

L'équipe ISA relève de la section 61 du CNU. Elle est composée de 5 enseignants chercheurs : 2 PU et 3 MCF (dont 2 HDR). Les opérations de recherche de l'équipe sont centrées sur la commande sûre des systèmes à événements discrets et structurées selon les trois axes de recherche suivants :

- Identification comportementale des systèmes à événements discrets (SED),
- Approches algébriques pour la commande et l'évaluation des performances temporelles,
- Approches SED pour la sûreté et la sécurité.

Tableau des effectifs et moyens de l'unité

Voir fichier Excel : « Données du contrat en cours »

De nombreux changements ont eu lieu en termes d'effectifs durant la période qui vient de s'écouler :

- Départs à la retraite de :
 - o Bernard Anselmetti (Professeur des Universités ; Université Paris-Sud)
 - o Pierre Bourdet (Professeur émérite ; ENS Paris-Saclay)
 - o Patrice Lepoutre (Technicien ITRF ; ENS Paris-Saclay)
 - o Serge Sandot (SAENS ; ENS Paris-Saclay)
- Départ de :
 - o Nabil Anwer (Maitre de conférences ; Université Paris 13)
- Arrivées de :
 - o Nabil Anwer (Professeur des Universités ; Université Paris-Sud)
 - o Olivier Bruneau (Professeur des Universités ; Université Paris-Sud)
 - o Philippe Cornet (ASI à 50% au LURPA ; ENS Paris-Saclay)
 - o Nicolas Muller (IR à 50% au LURPA ; ENS Paris-Saclay)

Le nombre d'enseignants chercheurs est en baisse par rapport au précédent quadriennal (15 EC au 30/06/2018 contre 17 au 01/01/2013) avec un PR supplémentaire contre 1 professeur émérite en moins, 2 MCF en moins dont un pour très longue maladie. On dénombre également 5 enseignants chercheurs HDR non PR (4 MCF + 1 PRAG) au LURPA contre aucun en 2013.

En termes de moyens financiers, ceux-ci ont subi quelques évolutions :

- Les dotations des tutelles sont restées plus ou moins stables (68k€ environ)
- Les ressources sur contrat ont augmenté pour l'équipe Geo3D et diminué pour l'équipe ISA.

Politique scientifique

Les activités de recherche du laboratoire ont un ancrage expérimental fort, elles traitent de problématiques théoriques avec des applications à long terme, financées par des fonds institutionnels, mais également de problématiques de recherches appliquées en collaboration avec des partenaires industriels, grands Groupes, ETI, PME et Start-Up. Dans ce cadre, les recherches conduites au LURPA sont structurées en équipes, mais également en opérations de recherches de plus petite taille :

- Les équipes sont les structures d'animation et de gestion scientifique du laboratoire. L'autonomie laissée aux équipes est très importante, tant sur le plan scientifique que sur le plan financier puisque la totalité des crédits de recherche sur contrats est gérée par les équipes.
- Les opérations de recherche regroupent quelques chercheurs qui collaborent sur un thème, si possible en couplant un chercheur sénior et un jeune chercheur, dans un contexte purement académique local ou avec un autre laboratoire de l'UPSAY, ou encore avec un partenaire industriel dans le cadre d'une collaboration pérenne et formalisée.

La politique scientifique qui a été menée durant la période de référence de l'évaluation a eu pour objectifs principaux de conforter les compétences disciplinaires du laboratoire ainsi que sa visibilité et de développer de nouvelles activités thématiques autour de la fabrication additive, la robotique industrielle et l'Ambiant Assisted Living. On peut également souligner la nécessité et la volonté de positionner le laboratoire dans la construction de l'Université Paris-Saclay, tant sur les aspects de recherche et de formation que sur le déménagement de l'ENS Paris-Saclay sur le plateau de Moulon.

2- Présentation de l'écosystème recherche de l'unité

Le LURPA a trouvé toute sa place dans l'écosystème de l'Université Paris-Saclay de par sa spécificité et sa complémentarité avec les autres laboratoires. En effet, les thèmes de recherches identitaires du LURPA ne se retrouvent dans aucun autre laboratoire de l'Université Paris-Saclay. Ainsi le LURPA est membre des départements recherche « MEP » (Mécanique, Énergétique et Procédés) et « STIC » et associé aux écoles doctorales « SMEMAG » et « STIC » correspondantes. Le LURPA est également membre de la fédération de recherche FARMAN (FR CNRS 3311) au travers de laquelle il collabore avec d'autres laboratoires de l'ENS Paris-Saclay. Au niveau régional, le LURPA est en relation avec le pôle de compétitivité System@tic, avec le Laboratoire National d'Essais (LNE), avec l'IRT SystemX et avec le pôle régional Ile de France S.mart (anciennement AIP Primeca).

Pour atteindre ces objectifs, la stratégie a été de conserver un ancrage régional avec les partenaires académiques (en particulier ceux de l'Université Paris-Saclay) et industriels du laboratoire, et de garantir la qualité et la visibilité de la recherche en participant à des projets collaboratifs nationaux et européens. Pour ce faire les membres du laboratoire participent activement à des sociétés savantes, communautés ou réseaux nationaux et internationaux telles que CIRP, IEEE, IFAC, EUSPEN, ISO, UNM, AFPR, AIF, GDR MACS, GRT, Manuf'21, S.Mart, etc.

La stratégie a également consisté à développer les plateformes expérimentales grâce à des ressources humaines (1 ASI, 1 IR) qui ont été créées suite à des redéploiements de postes de gestionnaire ou de technicien peu qualifiés, permettant d'opérer de nouveaux moyens complexes tels qu'une machine de fabrication additive SLM (financée par l'UPSAY et l'ENS Paris-Saclay au travers du projet Fabrication Additive Paris-Saclay porté par le LURPA) et une cellule robotisée. Les activités de production de logiciels ont été également soutenues en investissant dans les moyens et en fléchant 40% des activités d'un ingénieur informatique sur ces développements de sorte que 4 logiciels ont été déposés à l'agence de protection des programmes.

Ainsi le laboratoire a participé ou participe actuellement à 23 nouveaux projets de recherches depuis 2013 pour un montant total de 3425k€, parmi lesquels des projets locaux pluridisciplinaires dans le cadre de l'Institut Farman (ENS Paris-Saclay / CNRS), des projets de l'Université Paris-Saclay (2), un projet national PSC SOFIA, des projets européens EURAMET (2) et Erasmus+ (2) et des CIFRE (11) et FUI (1). Ces projets ont permis de financer de nombreuses thèses de doctorats et des moyens expérimentaux qui garantissent une recherche de qualité, nous permettant de répondre à de nouveaux AAP, alimentant ainsi un cercle vertueux.

3- Produits et activités de recherche (pour l'unité puis pas équipe)

Bilan scientifique

Les activités de recherche du LURPA se sont appuyées sur un ensemble de 16 enseignants chercheurs sur la période, soit 7,8 chercheurs équivalent temps plein (ETP) contre 8,7 durant la période précédente. Plus précisément, l'équipe Géo3D a pu compter sur 5,3 ETP (contre 5,8) et l'équipe ISA sur 2,5 ETP (contre 2,8). Cette

baisse des effectifs d'une période à la suivante s'explique par le départ de deux MCF de l'Université Paris-Nord vers un autre laboratoire et par un arrêt très longue maladie d'un MCF de l'ENS Paris-Saclay. Cette évolution des effectifs est un point d'attention du Laboratoire sur lequel nous reviendrons dans la suite du rapport.

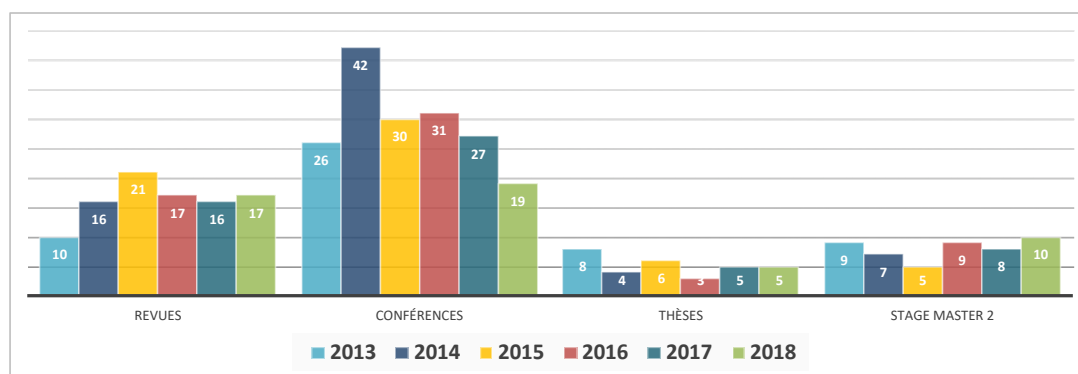
D'autre part 5 membres du LURPA, 4 MCF et 1 PRAG, ont présenté et obtenu leur Habilitation à Diriger les Recherches pendant la période. Par conséquent, malgré les départs, le nombre d'HDR a évolué dans les deux équipes, passant de 5 à 6 pour Géo3D (avec une moyenne de 5,6 HDR sur la période) et de 2 à 4 pour ISA (avec une moyenne de 3 HDR sur la période). Cette évolution a eu pour conséquence immédiate une baisse du taux d'encadrement, effet conjugué du délai avant qu'un HDR dirige effectivement des thèses dont il doit trouver les financements, et du départ à la retraite d'enseignants chercheurs très actifs. Enfin dans ce contexte, la priorité a été d'attribuer des Contrats Doctoraux Spécifiques pour Normaliens aux nouveaux PR, HDR et MCF entrants au laboratoire.

L'évolution de la production scientifique en termes d'articles, de conférences, de thèses de doctorats et de stage de master 2 est décrite dans la figure ci-dessous (l'année 2018 s'arrête au 30 juin). Les évolutions observées sur ce graphique traduisent plusieurs phénomènes.

Tout d'abord, suite aux nombreuses soutenances d'HDR et aux exigences en termes de publications pour l'obtention de la qualification, le nombre d'articles en revues a augmenté significativement au début de la période avant de se stabiliser à un niveau plus élevé qu'en fin de période précédente.

Le nombre de thèses soutenues a diminué passant de 31 pour la période 2008-2013 à 25 pour la période 2013-2018, avec notamment un abandon et une thèse non soutenue. L'évolution permanente du nombre d'enseignants chercheurs HDR ; en particulier le départ de chercheurs seniors expérimentés et l'arrivée de jeunes chercheurs ces dernières années et dans les années à venir ; devrait continuer à générer un régime transitoire dont on peut espérer qu'il attendra un régime permanent à la fin du prochain contrat quinquennal. Pour information, le nombre de thèses par enseignant chercheur HDR et par an durant la période est passé de 0,73 à 0,48 pour l'équipe Géo3D et de 1 à 0,6 pour l'équipe ISA.

Concernant les stages de master 2, après un cycle de décroissance due à une baisse des effectifs dans le vivier traditionnel de l'ENS Paris-Saclay, leur nombre est à nouveau en hausse depuis la création en 2016 du master Ingénierie des Systèmes Complexes dans lequel le LURPA opère 2 parcours de spécialité. Ce nombre pourrait être plus élevé, mais la politique du laboratoire est très sélective et privilégie l'accueil en stage des étudiants dont le projet est d'effectuer une thèse de doctorat, et d'accompagner la recherche de stage en entreprises de ceux désireux de rejoindre les services R&D industriels après le master.



Le LURPA assure la prise en charge des deux parcours de M2 « Ingénierie Numérique Produit Process » et « Conception et Commande des Systèmes Critiques » du master « Ingénierie des Systèmes Complexes » avec CentraleSupélec, l'Univ. Paris-Sud, l'ENSTA et l'Univ. Versailles Saint-Quentin. Le LURPA pilote également la formation doctorale Fabrication Additive de l'Université Paris-Saclay dans le cadre de l'Initiative de Recherche Stratégique FAPS.

Données chiffrées

Voir le fichier Excel « Données du contrat en cours »

Sélection des produits et des activités de recherche

Voir l'annexe 4 « Sélection des produits et des activités » pour chaque équipe et pour le laboratoire.

Faits marquants

En 2015, création du master « Ingénierie des Systèmes Complexes » de l'Université Paris-Saclay dans lequel les deux équipes du laboratoire pilotent chacune un parcours de M2 avec un tronc commun de 30 ECTS et une spécialité de 30 ECTS. Lors des deux périodes précédentes, les masters dans lesquels étaient impliquées les équipes étaient différents. Ce nouveau Master est très important pour le laboratoire car il permet à la fois d'assurer un flux d'étudiants de bon niveau et de renforcer la cohésion entre les deux équipes.

La période a vu en 2017 la signature de l'accord cadre « CAMLAB » avec Missler Software pour le développement de notre collaboration dans le domaine de la Fabrication Assistée par Ordinateur. Dans le même temps, la dissolution d'Airbus Innovation Works a mis fin au groupe de recherche concertée « Assemblages Flexibles » en 2016, dont les activités de recherches avaient depuis 10 ans généré une dizaine de thèses de doctorat au LURPA.

La société Dassault Systèmes a fait l'acquisition des résultats des travaux de recherche de Bernard Anselmetti sur la cotation fonctionnelle automatique. Après une phase d'industrialisation, la fonction « Generative Functional Tolerancing » est maintenant commercialisée depuis début 2018 dans la « 3D Experience », le logiciel majeur de l'éditeur.

L'équipe ISA a organisé le 12th Workshop on Discrete Event Systems (IFAC-IEEE WODES'14) en mai 2014 à l'ENS Cachan (120 participants).

Boussad Addad a obtenu l'un des prix des meilleures thèses du GdR MACS en 2013, pour ses travaux sur l'évaluation analytique du temps de réponse des systèmes de commande en réseau en utilisant l'algèbre (Max,+). Pierre-Yves Piriou a obtenu en 2016 le prix de la meilleure thèse de l'AFIS pour ses travaux sur l'analyse de sûreté de fonctionnement basée sur les modèles des systèmes dynamiques, réparables et reconfigurables. Fabien Viprey a obtenu en 2018 le prix de la meilleure thèse de l'AUTGV et Manufacturing'21 pour ses travaux sur la modélisation et la caractérisation des défauts de structure RRTT pour la mesure in-process.

Enfin, le LURPA a fêté ses 35 ans en novembre 2016 et a organisé pour l'occasion une journée de présentation de la trajectoire et des activités scientifiques du laboratoire, en présence de nombreux anciens membres. Cette journée a également été marquée par le départ à la retraite du Professeur Pierre Bourdet, co-fondateur du LURPA.

4- Organisation et vie de l'unité

Données chiffrées

Voir le tableau « Synthèse personnels unité » du fichier Excel « Données du contrat en cours ».

Pilotage, animation, organisation de l'unité

Pendant la période, le laboratoire a été dirigé par un directeur (C. TOURNIER) et une directrice adjointe (C. LARTIGUE), s'appuyant sur un conseil de laboratoire se réunissant deux fois par an. Celui-ci est composé du directeur et de 7 membres élus ou nommés (2 représentants du collège A dont 1 nommé, 3 pour le collège B dont 1 nommé, 1 pour les doctorants et 1 pour les personnels Biatss).

La direction du laboratoire a mis en place en 2014 un comité scientifique qui s'est réuni tous les 18 mois, soit trois fois pendant la période. Celui-ci a un rôle consultatif sur la politique scientifique du laboratoire et est constitué des membres du conseil de laboratoire, des deux chefs d'équipes et de quatre membres extérieurs : Catherine DEVIC (Responsable R&D EDF Chatou), Audrey MARTY (Doc. Ingénieur Renault Guyancourt), Hassane ALLA (PR INPG, membre du comité AERES 2013) et Bernard YANNOU (PR CentraleSupélec, Université Paris-Saclay).

Un certain nombre d'outils structurent et rythment la vie du laboratoire à des fréquences variables : la réunion de laboratoire hebdomadaire du jeudi, les réunions d'équipes mensuelles, les séminaires de professeurs invités, l'assemblée générale des personnels du laboratoire (juillet et décembre), les séminaires annuels de présentation des doctorants (1^{ère} année et 2^{ème} année), le séminaire de laboratoire hors les murs (Bi annuel). Les comptes-rendus de tous les conseils ou réunions sont mis à disposition sur l'intranet du laboratoire.

Les rencontres et discussions avec les tutelles s'effectuent régulièrement à un rythme trimestriel (mensuel en période d'évaluation) au cours des réunions entre les VP recherche de l'ENS Paris-Saclay et de l'Université Paris-Sud avec leurs directeurs(trices) d'unités respectives ou au cours d'entretiens individuels sollicités par les parties.

Le fonctionnement du laboratoire repose sur l'autonomie budgétaire des équipes. La dotation est attribuée en priorité aux besoins du laboratoire (séminaires, équipement des postes de travail, aménagements, imprimantes, etc.) puis au fonctionnement des équipes. Les recettes des contrats sont gérées par les équipes elles-mêmes, une partie des fonds (15%) étant prélevée par l'ENS Paris-Saclay au titre des frais de gestion. Un projet de fonds inter-équipes avait été proposé, mais n'a pas été appliqué faute de moyens à mutualiser par l'équipe ISA. Pour

ce qui est des relations internationales, de l'accompagnement dans le montage des projets européens ou de la communication externe et interne, le laboratoire s'appuie sur les services centraux de l'ENS Paris-Saclay, mais également de l'université Paris-Sud pour les relations internationales. Le LURPA dispose d'un Assistant de Prévention (P. Cornet) et d'un représentant au CHSCT (M. Jachym).

Enfin les travaux du laboratoire s'appuient sur des plateformes expérimentales et numériques listées en annexe 2 et financées par les équipes sur fonds propres ou au travers d'appels à projets.

Parité

Le laboratoire est majoritairement composé d'hommes. Ainsi sur la période, 1 EC sur 15 est une femme (directrice adjointe), 1 Biatss sur 4 est une femme, 1 doctorante sur 18 est une femme, 7 docteurs sur 27 sont des femmes. Aucune action ou dispositif particulier ne sont mis en œuvre dans le cadre de la parité. La sensibilisation des membres de l'unité aux mesures de prévention et de traitement des risques psycho-sociaux, y compris le harcèlement sexuel, est assurée par les établissements de rattachement eux-mêmes.

Intégrité scientifique

Concernant la signature des publications, celle-ci se fait classiquement dans l'ordre suivant : (1) étudiant ; (2) co-encadrants ; (3) directeur de thèse. Dans le cadre de l'unité d'enseignement « Méthodologie de la recherche », les étudiants sont sensibilisés depuis 2015 à l'intégrité scientifique, dans la conduite d'un projet de recherche, dans la publication des résultats, et en particulier concernant le plagiat. Depuis, l'Université Paris-Saclay a créé « POLETHIS » en 2017, le conseil pour l'éthique de la recherche et l'intégrité scientifique de l'Université Paris-Saclay dont les actions sont en cours de déploiements. Enfin la direction a mis en place en 2014 l'utilisation systématique d'un cahier de laboratoire par chaque doctorant permettant de consigner au jour le jour les méthodes expérimentales et les données brutes.

Protection et sécurité

La stratégie et la politique de l'unité en matière de protection du potentiel de valorisation des recherches sont intégrées dans les contrats de recherche par le service « valorisation » de l'ENS Paris-Saclay. Une information est donnée aux étudiants sur la sécurité et l'intelligence économique, lors de leur arrivée dans le laboratoire au travers de la charte informatique de l'école. La prévention des risques professionnels liés à la mise en œuvre des moyens expérimentaux est assurée par notre assistant de prévention au moyen d'une page intranet dédiée et par les personnels encadrants, Biatss ou EC. Une politique de sécurité des systèmes d'information est mise en œuvre dans l'unité afin d'assurer la persistance des données produites par le laboratoire et la défense contre les intrusions et attaques du système d'information.

5- Analyse SWOT

Le LURPA a atteint sa maturité scientifique au milieu des années 2000 et a su depuis entretenir ses nombreux points forts et améliorer ses points faibles. La qualité scientifique des recherches qui y sont menées est reconnue aussi bien au niveau national qu'au niveau international. Cette situation très favorable est la conséquence immédiate de la manière dont les enseignants chercheurs présents depuis les années 90 ont pratiqué leurs recherches et transmis ces pratiques aux jeunes chercheurs. Aujourd'hui le LURPA doit savoir se renouveler dans la continuité pour accompagner le départ à la retraite de 4 professeurs des universités, soit 25% des effectifs entre 2017 et 2022.

Forces

L'analyse a permis de mettre en avant les diverses forces du laboratoire : existence d'objectifs et de stratégies scientifiques clairs ; organisation en équipes ou en thèmes de l'entité de recherche ; existence d'un processus de prise de décision impliquant toutes les catégories de personnels ; utilisation d'un cahier de laboratoire ; règles déontologiques, en particulier concernant la co-signature de publications ; participation à des projets de recherche collaboratifs à l'échelle nationale et internationale ; organisation de colloques et congrès ; implication dans des activités éditoriales ; implication dans des activités d'évaluation ou d'expertise scientifique ; développement instrumentaux et méthodologiques ; produits et outils informatiques, logiciels notamment ; participation au pilotage de formation de master et de doctorat ; productions et initiatives à finalité pédagogique via deux projets Erasmus+.

Points à améliorer

L'implication des enseignants chercheurs dans de nombreux projets s'est peut-être faite au détriment d'autres activités faute de temps suffisant comme l'animation scientifique et les interactions entre équipes, la communication interne/externe, les brevets et déclarations d'invention, le montage et animation d'écoles d'été. D'autre part, nous devons inscrire plus clairement les thématiques de l'unité dans la stratégie territoriale.

Enfin nous devons persévérer dans le montage de cotutelles de thèse malgré les deux abandons consécutifs de doctorants normaliens de l'équipe Geo3D avec l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne et l'École Polytechnique de Montréal. Il est important de souligner la difficulté de convaincre un étudiant agrégé de soutenir sa thèse alors qu'il est nommé en classe préparatoire avant même de rédiger son mémoire.

Opportunités

Montage de thèses pluridisciplinaires dans le cadre de l'UPSay, création de Masters Erasmus « Mundus » avec partenaires Européens (ex. tolérancement et métrologie). D'autre part la création de la SATT Paris-Saclay est une opportunité à saisir pour valoriser une invention majeure du laboratoire par le montage de startup avec des doctorants du laboratoire.

Menaces

Le principal point de vigilance est d'assurer le renouvellement des enseignants chercheurs partant à la retraite durant la période à venir. En effet le laboratoire aura à faire face aux départs successifs de Jean-Marc Faure (équipe E2, SUPMECA), Luc Mathieu (équipe E1, Univ. Paris-Sud) et Jean-Jacques Lesage (équipe E2, ENS Paris-Saclay). Si on peut raisonnablement penser que les trois postes seront renouvelés, le laboratoire devra d'une part s'employer pour que le profil recherche du poste de SUPMECA soit fléché vers le LURPA et rester attentif sur les deux postes provenant des tutelles du LURPA. Fort heureusement six enseignants chercheurs HDR membres du laboratoire sont potentiellement candidats sur ces postes. Il faudra cependant être vigilant aux contraintes et risques d'endo recrutement, variables selon les établissements et d'un conseil d'administration au suivant.

6- Projet scientifique à cinq ans

Après l'insertion géographique du LURPA dans ses nouveaux locaux sur le plateau de Moulon en 2019 et en parallèle au redémarrage de ses installations expérimentales (cellules robotisées, cellules de mesure, machine de fabrication additive par fusion de poudre métallique), le laboratoire articulera sa stratégie scientifique autour des quatre points suivants :

1. Son positionnement scientifique au sein de l'Université Paris-Saclay avec des thèmes scientifiques bien identifiés et reconnus dans le prolongement des travaux actuels du LURPA autour : du tolérancement multi-physique; des processus d'acquisition de mesures de pièces et d'assemblages et de leur qualification; des stratégies de génération de trajectoires et de pilotage de systèmes liées aux procédés de fabrication (additive et soustractive) et de numérisation; de l'identification, de l'analyse et de la sûreté de fonctionnement des systèmes à événements discrets.
2. Ses liens privilégiés avec l'industrie au niveau local (Paris-Saclay) et régional (Ile-de-France) au travers de sa recherche appliquée et de l'excellence de ses manipulations expérimentales, ce qui devra se traduire notamment par le maintien d'un nombre important de thèses CIFRE, par le développement de convention-cadres avec de grands groupes investissant en recherche et développement, et, dans un cadre plus global, par la reconnaissance du laboratoire comme étant l'un des acteurs majeurs sur la thématique de l'usine du futur.
3. Son rayonnement et son attractivité au travers de la consolidation de la qualité de sa recherche, de l'ouverture de certains thèmes scientifiques vers des méthodes issues d'autres domaines (Réalité Virtuelle, réalité Augmentée, Intelligence Artificielle, optimisation topologique des pièces), mais aussi de sa communication externe notamment au travers de la diffusion de vidéos didactiques (en français et en anglais) des expérimentations du laboratoire destinées pour une part aux institutionnels, aux industriels et au grand public, et pour une autre part aux experts du domaine, avec pour objectif d'attirer au sein des masters associés au laboratoire les meilleurs étudiants de notre domaine au niveau national et international et de favoriser le développement des collaborations à tous les niveaux (local / national / international).
4. La capitalisation d'une partie de ses connaissances au travers de l'élaboration de « jumeaux numériques » tant au niveau des pièces ou assemblages qu'au niveau des systèmes les produisant, ce qui, outre le caractère prédictif de ces modèles enrichis par les mesures sur les expérimentations, aura pour objectif la mutualisation, la transmission et la pérennisation des savoirs et savoir-faire au sein du laboratoire. Ce dernier point sera aussi le vecteur pour une communication accrue tant au niveau interne qu'au niveau externe (décideurs, chercheurs du domaine, grand public) et contribuera au rayonnement et à l'attractivité du laboratoire.

L'une des évolutions majeures du laboratoire consistera à passer d'un mode d'animation et de gestion scientifique sous forme d'équipes à une structuration en quatre axes équilibrés incités à collaborer. Le budget

sera géré au niveau du laboratoire au travers de discussions collégiales entre ses différents membres permanents.

Le laboratoire visant une reconnaissance au sein de l'Université Paris-Saclay en tant qu'acteur majeur dans le domaine de l'usine du futur, polarisera ainsi ses forces autour de la constitution de quatre axes principaux de recherche dans la continuité des thèmes existants, mais orientés vers les notions de « smart product » et de « smart manufacturing » au sein de l'usine 4.0 exploitant en particulier la notion de jumeau numérique.

Le premier axe se focalisera sur le thème « **Acquisition et Identification des formes** » au travers de la numérisation multi-capteurs, multi-échelles ainsi qu'à la maîtrise de la représentativité de ces données discrètes pour la métrologie et l'inspection 3D. En particulier, une caractérisation de ces systèmes de mesure multi-capteurs sera effectuée au travers du développement de protocoles de qualification permettant l'identification des paramètres critiques et leur contrôle pour la génération de données à qualité contrôlée. De nouvelles méthodes seront explorées pour le traitement des données multi-capteurs, multi-échelles (filtrage, recalage, fusion, partitionnement, association, identification de caractéristiques remarquables) pour la caractérisation métrologique des pièces de formes complexes.

Le deuxième axe traitera des « **Modèles numériques pour la spécification géométrique des produits** » intégrant d'une part le tolérancement géométrique au travers de modèles multi-physiques visant à prédire, via la simulation, les déviations de la géométrie des pièces et leur influence sur les assemblages, d'autre part la conceptualisation pour le jumelage entre le virtuel et le réel. Le LURPA mettra en œuvre des projets de recherche de rupture en tolérancement (nouveaux modèles de représentation et de traitement de la géométrie et des incertitudes, apprentissage et interopérabilité géométriques, modeleurs géométriques hybrides) puissamment soutenus par le centre Franco-Chinois d'innovation en tolérancement et assemblage (Sino-French Tolerancing and Assembly Innovation Center) créé en 2018 sous l'impulsion de l'ENS Paris-Saclay et de l'université du Zhejiang, et dont le LURPA est l'acteur français majeur.

Le troisième axe, intitulé « **Performance des systèmes poly-articulés** » développera des outils, des modèles et des protocoles permettant la qualification, l'optimisation des performances et le pilotage des systèmes poly-articulés destinés à la mesure 3D et à la fabrication. Des processus de mesure in-situ multi-capteurs/multi-échelles seront élaborés en vue de la surveillance et de la modification automatisée des procédés de fabrication. Ces travaux s'appuieront principalement sur les plateformes expérimentales existantes, à savoir la cellule de fabrication additive SLM, le centre d'usinage 5 axes grande vitesse et la cellule robotisée. Celle-ci sera complétée dans le cadre du projet FAPS pour mettre en œuvre des procédés de fabrication additif (dépôt de fil métallique par fusion laser) soustractif par usinage et polissage, et de mesure in-situ. Nos efforts devront être maintenus pour disposer des personnels compétents en nombre suffisant pour opérer ces instruments.


Le quatrième axe aura pour objectif de tendre progressivement vers les notions de « **Prédiction et sûreté de fonctionnement des systèmes** » au travers notamment de la modélisation et de l'identification d'un système par observation de ses entrées/sorties, de la détection de déviation et de sa « distance » par rapport au comportement nominal de ce système, et enfin par la mise en place de protocoles organisant la succession des actions correctives à apporter pour faire converger le fonctionnement du système vers son régime nominal.

En tâche de fond du laboratoire sera établi un projet pilote fédérateur de jumeau numérique, paramétrable et à caractère prédictif, soit au niveau du « smart product » soit au niveau du « smart manufacturing » alimenté, d'une part, par les modèles multi-échelles, multi-physiques intégrant les défauts géométriques et non géométriques, d'autre part, par les mesures in-situ des pièces ou des systèmes les produisant.



Vague E :
campagne d'évaluation 2018 - 2019
Dossier d'évaluation des unités de recherche
Données du contrat en cours

1 – Informations administratives sur l'unité au 30 juin 2018

Intitulé complet de l'unité de recherche intitulé en français : LABORATOIRE UNIVERSITAIRE DE RECHERCHE EN PRODUCTIC TISÉE intitulé en anglais : AUTOMATED PRODUCTION RESEARCH LABORATORY							
Responsable							
M. / Mme	Nom	Prénom	corps	établissement d'enseignement supérieur d'affectation ou organisme d'appartenance			
Monsieur	TOURNIER	Christophe	Professeur des Universités	Ecole normale supérieure Paris-Saclay			
o J'autorise la diffusion de mon nom sur internet (annuaire des unités de recherche)							
Label(s) et n° EA 1385							
Établissement(s) et organisme(s) de rattachement de l'unité (tutelles) <p style="text-align: center;">Tout dossier déposé doit être préalablement validé par l'ensemble des tutelles de l'unité.</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 35%; border: none;">établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche <i>(sélectionner l'établissement souhaité dans les menus déroulants)</i> établissement : <input type="text" value="ENS CACHAN"/> <input type="text" value="U PARIS 11"/> <input type="text"/> <input type="text"/></td> <td style="width: 35%; border: none;">organisme(s) de recherche <i>(sélectionner l'organisme souhaité dans les menus déroulants)</i> organisme : <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/></td> <td style="width: 30%; border: none;">institut, département, commission de rattachement :</td> </tr> </table> <p>préciser l'établissement ou organisme responsable du dépôt du dossier : <i>(sauf exception, le dossier est déposé par l'hébergeur de l'unité de recherche)</i> <input type="text" value="ENS CACHAN"/></p> <p>préciser le cas échéant le délégué unique de gestion : <input type="text" value="ENS CACHAN"/></p>					établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche <i>(sélectionner l'établissement souhaité dans les menus déroulants)</i> établissement : <input type="text" value="ENS CACHAN"/> <input type="text" value="U PARIS 11"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	organisme(s) de recherche <i>(sélectionner l'organisme souhaité dans les menus déroulants)</i> organisme : <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	institut, département, commission de rattachement :
établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche <i>(sélectionner l'établissement souhaité dans les menus déroulants)</i> établissement : <input type="text" value="ENS CACHAN"/> <input type="text" value="U PARIS 11"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	organisme(s) de recherche <i>(sélectionner l'organisme souhaité dans les menus déroulants)</i> organisme : <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	institut, département, commission de rattachement :					
Autres partenaires de l'unité (hors tutelles) <i>(sélectionner l'établissement ou l'organisme souhaité dans les menus déroulants)</i> établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche : <input type="text" value="U PARIS 13"/> <input type="text" value="ISMEP PARIS"/> organisme(s) de recherche : <input type="text"/> entreprise(s) : autres :							
École(s) doctorale(s) de rattachement au 30 juin 2018 <i>(n°, intitulé, responsable, établissement support)</i> ED 579 - Sciences mécaniques et énergétiques, matériaux, géosciences, Benoit Goyeau, Université Paris-Saclay ED 580 - Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication, Nicole Bidoit-Tollu, Université Paris-Saclay							
Participation à une ou plusieurs structures fédératives au 30 juin 2018 <i>(label et n°, intitulé, responsable, établissement support)</i> Fédération de Recherche 3311, Institut Farman, Laurent FRIBOURG, CNRS / Ecole normale supérieure Paris-Saclay							
Périmètre scientifique de l'unité <i>(sélectionner le domaine souhaité dans les menus déroulants situés sous les intitulés)</i> Indiquer les domaines disciplinaires par ordre décroissant d'importance							
Domaine scientifique	Domaine scientifique 1	Domaine scientifique 2	Domaine scientifique 3				
	<input type="text" value="ST"/>						
mots-clés libres (5 maximum) : Advanced and smart manufacturing, systèmes à événements discrets, sureté et sécurité							
Coordonnées de l'unité Localisation et établissement : Ecole normale supérieure Paris-Saclay Numéro, voie : 61 avenue du président Wilson Boîte postale : Code Postal et ville : 94235 Cachan Cedex Téléphone : 147402215 Adresse électronique : secretariat@lurpa.ens-cachan.fr							
Date et signature du responsable de l'unité <i>(Document complété à imprimer, à signer, à numériser et à insérer en annexe du dossier de l'unité)</i>							
							

ANNEXES

Annexe 1 : Lettre de mission contractuelle

Il n'a pas été remis de lettre de mission au directeur de l'unité de recherche en début de contrat.

Annexe 2 : Équipements, plateformes

Le laboratoire s'appuie sur un certain nombre d'équipements expérimentaux et numériques :

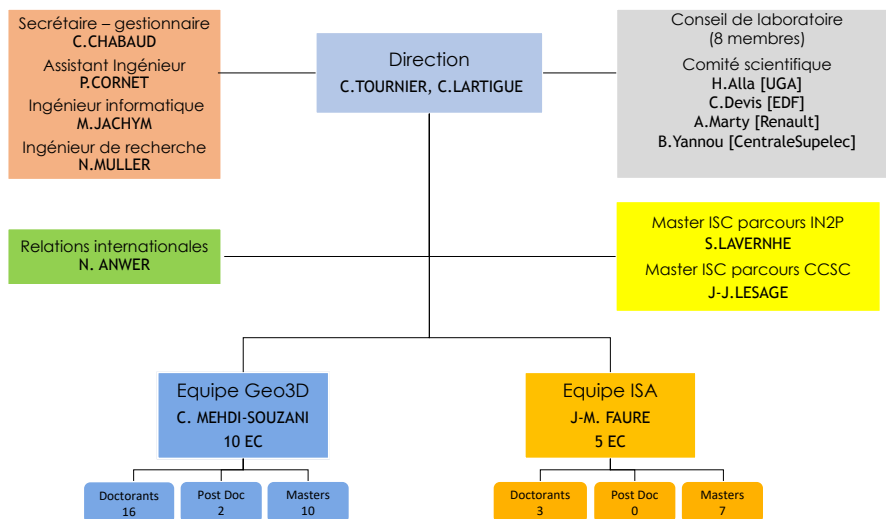
- Une chaîne de fabrication automatisée Bosch,
- Un appartement instrumenté pour les activités d'Ambiant Assisted Living,
- Une machine de fabrication additive SLM AddUp FormUp350 et ses équipements,
- Un banc expérimental reproduisant la chaîne optomécanique de la FormUP350 et sa commande,
- Un banc expérimental d'une chaîne optomécanique Thorlabs et sa commande dSpace
- Un centre d'usinage 5 axes grande vitesse Mikron UCP710 équipé d'une commande numérique, industrielle Siemens 840D et d'une commande numérique ouverte dSpace développée par le LURPA,
- Une cellule robotisée composée de deux robots anthropomorphes 6 axes KUKA et ABB, un robot cartésien 3 axes et un robot scara 3 axes.
- Des instruments de contrôle dimensionnel et acquisition optique parmi lesquels :
 - o Une machine à mesurer tridimensionnelle,
 - o Une machine de mesure de topographie de surfaces par variation chromatique,
 - o Un capteur mixte laser plan/palpeur mécanique Kreon Zephyr KZ25,
 - o Un capteur mixte laser plan/palpeur mécanique Kreon Aquilon KA50
 - o Un système de stéréovision Creaform,
 - o Un capteur GOM,
 - o Un projecteur 4K et deux appareils photo pour stéréo corrélation,
 - o Deux capteurs de déplacement d'axes machine Heidenhain KGM (2D) et VM (1D).

Un ensemble de logiciels de XAO parmi lesquels CATIA V5, TopSolid'CAM, NC Simul, GeoMagic, etc.

Annexe 3 : Organigramme fonctionnel

Une présentation schématique du mode d'organisation de l'unité de recherche sera jointe au dossier.

Organigramme du LURPA au 01/01/2018



ANNEXE 4 – Sélection des produits et activités de la recherche

CAMPAGNE D'EVALUATION 2018-2019 VAGUE E

Nom du laboratoire : **Laboratoire Universitaire de Recherche en Production Automatisée**
Acronyme : **LURPA**

Directeur.rice / Responsable d'équipe pour le contrat en cours : **Christophe TOURNIER**
Directeur.rice / Responsable d'équipe pour le contrat à venir : **Olivier BRUNEAU**

I - PRODUCTION DE CONNAISSANCES ET ACTIVITÉS CONCOURANT AU RAYONNEMENT ET A L'ATTRACTIVITE SCIENTIFIQUE

1- Journaux / Revues

Articles scientifiques (par ordre chronologique)

1. B. Schleich, N. Anwer, M. Mathieu, S. Wartzack, "Skin Model Shapes: A new paradigm shift for geometric variations modelling in mechanical engineering", *Computer-Aided Design*, Vol. 50, pp. 1-15, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.cad.2014.01.001>
2. X. Beudaert, S. Lavernhe, C. Tournier, "Direct trajectory interpolation on the surface using an open CNC", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 75(1-4), pp. 535-546, 2014. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6134-7>
3. L. Pierre, B. Anselmetti, "Comparison of Analysis Line and Polytopes Methods to Determine the Result of a Tolerance Chain", *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, Vol. 15(2), pp. 021007-1- 021007-9, 2015 <https://doi.org/10.1115/1.4029049>
4. R. Ammour, S. Amari, "Modeling and temporal performances evaluation of networked control systems using (max, +) algebra", *Int. Journal of Systems Science*, Vol. 46(01), pp. 18-30, 2015, <https://doi.org/10.1080/00207721.2014.938787>
5. P.-A. Brameret, A. Rauzy, J.-M. Roussel, "Automated generation of partial Markov chain from high level descriptions", *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 139, pp. 179-187, 2015, <https://doi.org/10.1016/j.res.2015.02.009>
6. M. Petitcuenot, B. Anselmetti, "Part tolerancing through multical defect analysis", *International Journal of Aeronautical & Space Sciences*, Vol. 17(1), pp. 109-119, 2016. <https://doi.org/10.5139/IJASS.2016.17.1.109>
7. F. Viprey, H. Noura, S. Lavernhe, C. Tournier, "Novel multi-feature bar design for machine tools geometric errors identification", *Precision Engineering*, Vol. 46, pp. 323-338, 2016 <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2016.06.002>
8. M.P. Fanti, G. Faraut, J.-J. Lesage, M. Roccotelli, "An Integrated Framework for Binary Sensor Placement and Inhabitants Location Tracking", *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 2016, Vol. 48(1), pp. 154-160, 2016, <https://doi.org/10.1109/TSMC.2016.2597699>
9. C. Mehdi-Souzani, Y. Quinsat, C. Lartigue, P. Bourdet, "A knowledge database of qualified digitizing systems for the selection of the best system according to the application", *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 13, pp. 15-23, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2015.12.00>
10. F. Thiébaud, C. Lacroix, L. Andolfatto, C. Lartigue, "Evaluation of the shape deviation of non rigid parts from optical measurements", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 88(5-8), pp. 1937-1944, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-8899-3>
11. Y. Quinsat, L. Dubreuil, C. Lartigue, "A novel approach for in-situ detection of machining defects", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2017, Vol. 90(5-8), pp. 1625-1638, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9478-3>

12. M. Vulliez, S. Lavernhe, O. Bruneau, "Dynamic approach of the feedrate interpolation for trajectory planning process in multi-axis machining", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 88(5), pp. 2085–2096, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-8903-y>
13. P.-Y. Piriou, J.-M. Faure, J.-J. Lesage, "Generalized Boolean logic Driven Markov Processes: a powerful modeling framework for Model-Based Safety Analysis of dynamic repairable and reconfigurable systems", Reliability Engineering and System Safety, Vol. 163, pp. 57-68, 2017, <https://doi.org/10.1016/j.res.2017.02.001>
14. F. Thiébaud, S. Bendjebba, Y. Quinsat, C. Lartigue, "Nonrigid Registration for Form Defect Identification of Thin Parts", Journal of Computing and Information Science in Engineering, Vol. 18(2), 2018. <https://doi.org/10.1115/1.4039640>
15. Y. Arezki, X. Zhang, C. Mehdi-Souzani, N. Anwer, H. Noura, "Investigation of minimum zone assessment methods for aspheric shapes", Precision Engineering, Vol. 52, pp. 300-307, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2018.01.008>
16. M. Jachym, S. Lavernhe, C. Euzenat, C. Tournier, "Effective NC machining simulation with OptiX Ray Tracing Engine", The Visual Computer, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00371-018-1497-7>
17. M. Bordron, C. Mehdi-Souzani, O. Bruneau, "Inline Measurement strategy for Additive Manufacturing", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 2018. <https://doi.org/10.1177/0954405418755826>
18. J. Saives, G. Faraut, J.-J. Lesage, "Automated Partitioning of Concurrent Discrete-Event Systems for Distributed Behavioral Identification", IEEE Trans. on Automation Science and Engineering, Vol. 15(2), pp. 832 – 841, 2018, <https://doi.org/10.1109/TASE.2017.2718244>

Articles de synthèse / revues bibliographiques

1. R. Jacob, J.-J. Lesage, J.-M. Faure, "Overview of Discrete Event Systems Opacity: models, validation, and quantification", Annual Reviews in Control, Vol. 41, pp. 135-146, 2016 <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2016.04.015>

1- Ouvrages

On dressera la liste des ouvrages qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité mais seulement les 20% les plus significatifs.

Direction et coordination d'ouvrages / édition scientifique

Chapitres d'ouvrage

- 1- D'Antonio, G., Segonds, F., Bedolla, J. S., Chiabert, P., Anwer, N., 2016, A proposal of Manufacturing Execution Systems integration in Design for Additive Manufacturing, Product Lifecycle Management in the Era of Internet of Things, Springer International Publishing, ISBN: 978-3-319-33111-9, 761-770.

2- Colloques / congrès, séminaires de recherche

On dressera la liste de ces produits qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité mais seulement les 20% les plus significatifs.

Éditions d'actes de colloques / congrès

- Proceedings of the 12th Workshop on Discrete Event Systems (IFAC-IEEE WODES'14), May 14-16, 2014, ENS Cachan, France, edited by Jean-Jacques LESAGE, Jean-Marc FAURE, José E. Ribeiro CURY, Bengt LENNARTSON, ISSN: 1474-6670

Articles publiés dans des actes de colloques / congrès (par ordre chronologique)

1. L. Andolfatto, F. Thiébaud, C. Lartigue, M. Douilly, "Assisted Decision-Making for Assembly Technique Selection and Geometrical Tolerance Allocation", Smart Product Engineering, Proceeding of the 23rd CIRP Design Conference, Bochum (Germany), pp. 315-324, 2013, <https://doi.org/10.1007/978-3-642-30817-8>

2. N. Audfray, C. Mehdi-Souzani, C. Lartigue, "A Novel Approach for 3D Part Inspection Using Laser-plane Sensors", 12th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing, Procedia CIRP Vol. 10, pp.23-29, 2013, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.08.008>
3. O. Rique Garaizar, N. Anwer, L. Mathieu, L. Qiao, "Exploring the proceedings of Computer Aided Tolerancing, CIRP Seminars and Conferences: A scientometric analysis", 13th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing (CAT 2014), May 2014, Hangzhou (China)
4. C. Lacroix, L. Mathieu, F. Thiebaut, M. Douilly, H. Falgarone, "Numerical process based on measuring data for gap prediction of an assembly", 13th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing, (CAT 2014), May 2014, Hangzhou (China). Procedia CIRP, vol. 27, pp. 97–102 <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.04.050>
5. A. Ballu, L. Mathieu, J.-Y. Dantan, "Formal language for GeoSpelling", 13th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing (CAT 2014), Hangzhou (China), May 2014. <https://doi.org/10.1115/1.4029216>
6. M. Vulliez, M. Gleason, A. Souto-Lebel, Y. Quinsat, C. Lartigue, et al, "Multi- scale Curvature Analysis and Correlations with the Fatigue Limit on Steel Surfaces after Milling". 2nd CIRP Conference on Surface Integrity (CSI), May 2014, Birmingham (United Kingdom) Procedia CIRP, Vol. 13, pp.308-313, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.04.052>
7. A. Guignard, J-M. Faure, "A conformance relation for model-based testing of PLC", 12th IFAC - IEEE International Workshop on Discrete Event Systems (WODES'14), pp. 412-419, Cachan (France), May 2014, <https://doi.org/10.3182/20140514-3-FR-4046.00125>
8. R. Ammour, S. Amari, "Evaluation of response time bounds in producer/consumer networked control systems using (Max,+) algebra", 12th IFAC - IEEE International Workshop on Discrete Event Systems (WODES'14), pp. 123-128. Cachan (France), May 2014, <https://doi.org/10.3182/20140514-3-FR-4046.00103>
9. M. Lafou, L. Mathieu, S. Pois, M. Alochet, "Manufacturing System Configuration: Flexibility Analysis For automotive Mixed-Model Assembly Lines", IFAC INCOM 2015, 15th IFAC Intl. Conference on Information Control Problems in Manufacturing, Ottawa, Canada. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.064>
10. L. Grandguillaume, S. Lavernhe, Y. Quinsat, C. Tournier, "Mold manufacturing optimization: a global approach of milling and polishing processes", 15th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations, Karlsruhe (Germany), June 2015, Procedia CIRP, Vol. 31, pp. 13-18. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.03.035>
11. R. Jacob, J-J. Lesage, J-M. Faure, "Opacity of Discrete Event Systems: models, validation and quantification", 5th IFAC Workshop on Dependable Control of Discrete Systems (DCDS 2015), pp. 174-181, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.490>
12. J. Saives, G. Faraut, J-J. Lesage, "Identification of Discrete Event Systems Unobservable Behaviour by Petri nets using Language Projections", IEEE European Control Conference 2015 (ECC'15), Linz, (Austria), 15-17 July 2015, <https://doi.org/10.1109/ECC.2015.7330587>
13. B. Schleich, S. Wartzack, N. Anwer, L. Mathieu, "Skin Model Shapes: Offering now potentials for modelling product shape variability", ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences on Computers and Information in Engineering Conference, Volume 1A: 35th Computers and Information in Engineering Conference, <https://doi.org/10.1115/DETC2015-46701>, August 2015, Boston (USA).
14. L. Grandguillaume, S. Lavernhe, C. Tournier, "Kinematical smoothing of rotary axis near singularity point", 12th International conference on High Speed Machining, HSM2015, Nanjing (China) Materials Science Forum Vols. 836-837, pp.501-508, October 2015, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.836-837.501>
15. T.-Q. Duong, P. Rodriguez-Ayerbe, S. Lavernhe, C. Tournier, D. Dumur, "Offline gain adjustment with constraints for contour error reduction in high speed milling", IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, Banff (Canada) 2016, <https://doi.org/10.1109/AIM.2016.7576767>
16. M. Royer, B. Anselmetti, "3D Manufacturing tolerancing with analysis line method taking into account joining operations during manufacturing process", 14th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing (CAT 2016), Gothenburg (Sweden) May 2016, Procedia CIRP Vol. 43 pp. 88–93 <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.02.023>
17. P.Y. Piriou, J.M. Faure, J.J. Lesage, "A formal definition of Minimal Cut Sequences for dynamic, repairable and reconfigurable systems", 2016 European Safety and Reliability Conference (ESREL 2016), 25-29 September 2016, Glasgow (United Kingdom), <https://doi.org/10.1201/9781315374987-227>
18. B. Anselmetti, L. Pierre, "Complementary writing of maximum and least material requirements, with an extension to complex surfaces", 14th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing (CAT 2016) Gothenburg (Sweden). Procedia CIRP Vol. 43, pp. 220-225 <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.02.153>

19. C. Mehdi-Souzani, A. Piratelli-Filho, N. Anwer, "Comparative Study for the Metrological Characterization of Additive Manufacturing artefacts", International Joint Conference on Mechanics, Design Engineering & Advanced Manufacturing (JCM 2016), Catania (Italy), 2016, https://doi.org/10.1007/978-3-319-45781-9_20
20. M. Jachym, S. Lavernhe, C. Tournier, C. Euzenat, P-A. Boucard, "Evaluation of the OptiX ray tracing engine for machining simulation", CAD' 2017, Okayama (Japan), August 2017, <https://doi.org/10.14733/cadconf.2017.138-142>
21. M. Bordron, C. Mehdi-Souzani, O. Bruneau, "An overview of an enhanced multi-systems Robotized Digitizing", 14th International Conference on Computed Aided Design, CAD'17, Okayama (Japan), August 2017, <https://doi.org/10.1080/16864360.2017.1419647>
22. O. Bruneau, "Improved robots performances for digitization and additive manufacturing", 4th Workshop franco-chinois, Sino-French Workshop on Digital Factory and Smart Manufacturing, 14 et 15 nov. 2017, UTC Compiègne.
23. Y. Arezki, C. Mehdi-Souzani, X. Zhang, N. Anwer, H. Nouira, "A comparative study of curvature-based registration methods for dimensional metrology", EUSPEN's 17th International Conference & Exhibition, 29 May – 2 June 2017, Hannover, Germany.
24. B. Aupetit, M. Batteux, A. Rauzy, J.-M. Roussel, "Safety Analyzes of Mechatronics Systems: a Case Study", 20th IFAC World Congress, Toulouse (France), pp. 11150-11155, July 2017, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.1234>
25. J. Niguez, S. Amari, J.M. Faure, "Active fault-tolerant control of timed automata with guards", 20th IFAC World Congress, Toulouse (France), pp. 13648-13653, July 2017, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2398>
26. A. Piratelli-Filho, C. Mehdi-Souzani, N. Anwer, J. Maazouzi, "Errors correction in additive manufacturing: an application to parts with regular geometry", 18th International Congress of Metrology, CIM 2017, Paris, France, September 2017
27. Y. Laumonier, J.-M. Faure, J.-J. Lesage, H. Sabot, "Towards Alarm Flood Reduction", 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA'2017, Limassol (Cyprus), September 2017, <https://doi.org/10.1109/ETFA.2017.8247625>
28. K. Viard, M.P. Fantì, G. Faraut, J.-J. Lesage, "Recognition of human activity based on probabilistic finite-state automata", 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA'2017, Limassol (Cyprus), September 2017, <https://doi.org/10.1109/ETFA.2017.8247621>
29. N. Cai, S. Bendjebja, S. Lavernhe, C. Mehdi-Souzani, N. Anwer, "Freeform Machining Feature Recognition with Manufacturability Analysis", CMS'18 - 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, May 2018, Stockholm (Sweden), <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.261>
30. C. Galetta, J.-M. Roussel, J.-M. Faure, "A relative identification method for reactive systems", 14th IFAC - IEEE International Workshop on Discrete Event Systems (WODES'18), Sorrento Coast (Italy), 30 May-1 June 2018, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.06.294>
31. M. V. Moreira, J.-J. Lesage, "Enhanced discrete event model for system identification with the aim of fault detection", 14th IFAC - IEEE International Workshop on Discrete Event Systems (WODES'18), Sorrento Coast (Italy), 30 May-1 June 2018, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.06.295>

3- Organisation de colloques / congrès

Organisateur

- Journée Technique AIP-PRIMECA « Numérisation et Métrologie des Formes Complexes », 1 décembre 2016, 50 personnes, LURPA, ENS Paris-Saclay
- GTMG 2017 : Groupe de Travail en Modélisation Géométrique, GDR IM du CNRS, 22-23 mars 2017, 40 personnes, LURPA, ENS Paris-Saclay
- J'AUM'14 : Journées du groupe thématique transverse AUM (Activités Universitaires en Mécanique) ; ENS Paris-Saclay, 27-29 août 2014, 45 participants. <http://jaum2014.sciencesconf.org/>
- L'équipe ISA a organisé le 12th Workshop on Discrete Event Systems (IFAC-IEEE WODES'14) du 14 au 16 mai 2014 à l'ENS Cachan (Président du comité scientifique : Jean-Jacques Lesage, Président du comité d'organisation : Jean-Marc Faure).

Co organisateur

1. Co-organisation, Sino-French Workshop on Digital Factory and Digital Manufacturing (Nantes 2013, Beijing 2015, Compiègne 2017)

2. N. Anwer, Co-organisateur, Digital Twin in Industry Workshop, 15th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, March 27-29, 2018, Zhuhai, China (https://icnsc2018.jnu.edu.cn/DTI_WS.html)
3. N. Anwer, Membre du comité d'organisation de la journée thématique AIP-PRIMECA/AFPR "Smart Manufacturing – axe Fabrication Additive", Arts et Métiers ParisTech, Campus de Paris, 11 Décembre 2015
4. Co-Chairman (L. Mathieu) 12th CIRP CAT 2014, avec le Professeur J. Tan de Zhejiang University Hangzhou (China).
5. L. Mathieu garant pour l'académie CIRP, de la 13th CIRP CAT conférence organisée par le Professeur R. Söderberg, Chalmers University à Goeteborg (Sweden), 2016
6. L. Mathieu, garant pour l'académie CIRP, en 2018 de la 14th CIRP CAT conférence organisée par le Professeur G. Moroni, Politeco de Milano (Italy).
7. C. Mehdi-Souzani, membre du comité de programme, ICMR 2017 15th, International Conference on Manufacturing Research, Incorporating the 32nd National Conference on Manufacturing Research 2017, Londres, Grande Bretagne, 5-7 septembre 2017
8. C. Mehdi-Souzani, membre du comité de programme (member of steering committee), ICIDM 2017: International Conference on Innovative Design & manufacturing, Polytechnico de Milan Italie, 17-19 juillet 2017.

4- Produits et outils informatiques

Logiciels

- SAGE (Safety Analysis in a GBDMP Environment) : logiciel d'analyse de sûreté de fonctionnement pour les systèmes dynamiques réparables et reconfigurables, développé dans le cadre du projet PIA CONNEXION et déposé à l'AAP le 13 juillet 2016.
- VBP-A (Vector Bin Packing for control functions Assignment) : logiciel d'allocation automatique de fonctions de commande à des contrôleurs industriels, en respectant des contraintes de capacité et de sûreté et en minimisant le nombre de contrôleurs nécessaires, développé dans le cadre du projet PIA CONNEXION et déposé à l'AAP le 12 juillet 2016.
- BIRDS (Black-box Identification of Reactive Discrete Systems): site web présentant les techniques d'identification créées au LURPA ainsi que différents exemples, pédagogiques ou de taille importante, et permettant de mettre en œuvre tous les algorithmes développés en vue de l'identification de systèmes.
- AAL WebTool : site web présentant les techniques mises au point sur la thématique de l' Ambient Assisted Living développées LURPA. Par cet outil, il est possible de créer des «logs», comme si un habitant vivait dans un environnement instrumenté, et d'utiliser ces logs afin de construire les modèles d'activités et d'obtenir les valeurs de reconnaissances d'activités.
- Adaptation du logiciel académique TINA (Time petri Net Analyzer), développé par le LAAS et qui associe une interface graphique pour la saisie et l'analyse des réseaux de Petri temporisés avec un model-chercher LTL, pour le développement de techniques de vérification de la commande des systèmes Max-Plus linéaires.
- Velocity Profile Optimization software (VPOp software), dépôt logiciel auprès de l'Agence pour la Protection des Programmes, logiciel version 2.4 du 1er janvier 2013. Logiciel permettant de réaliser l'interpolation temporelle de trajectoires d'usinage multi-axes sous contraintes de jerk. n°IDDN.FR.001.190010.000.S.P.2014.000.30600, dépôt certificat le 02 mai 2014. Répartition des parts créatives entre les auteurs X. BEUDAERT 50%, S. LAVERNHE 30%, C. TOURNIER 20%.
- Logiciel SIMSURF : SIMulation réaliste des états de SURFace (SIMSURF), dépôt logiciel auprès de l'Agence pour la Protection des Programmes, logiciel version 1.0 du 1 septembre 2014. Le logiciel permet d'effectuer une simulation réaliste et rapide de la géométrie d'une surface générée par enlèvement matière (usinage, abrasion...). Répartition des parts créatives entre les auteurs F. ABECASSIS 35%, S.LAVERNHE 35%, C. TOURNIER 20%, P-A. BOUCARD 10%.

Bases de données

Outils d'aide à la décision

- Outil d'assistance à l'élaboration de gamme d'assemblage de structures composites développé dans le cadre de la thèse de Loïc ANDOLFATTO.
- Prédiction de jeu dans les assemblages de structures aéronautiques composés de pièces flexible : développé dans le cadre de la thèse de Cyril LACROIX.

5- Développements instrumentaux et méthodologiques

Prototypes et démonstrateurs

- MSS (Mechatronic Standard System) est une machine réelle de taille réduite développée par BOSCH. Son but est de trier des engrenages suivant leur matériau et la présence (ou non) d'un roulement plastique. Le système est décomposé en 4 stations et 11 sous-systèmes, chacune reliée en réseau à l'API. L'ensemble est constitué d'environ 72 composants, pour un total de 43 entrées et 30 sorties. Chaque valeur d'entrée/sortie est enregistrée et envoyée par trame Modbus à un PC, permettant de réaliser les techniques d'identification et diagnostic développées au LURPA.
- QUALIPSO (Qualification et Performance des Systèmes de numérisation Optique) : protocole d'évaluation et de qualification des systèmes de mesure 3D optique, (C. Mehdi-Souzani, C. Lartigue, Y. Quinsat)

Plateformes et observatoires

- AALTA (Ambient Assisted Living Test Area) Mise à disposition du LURPA d'un appartement T1 de l'ENS Paris-Saclay pour en faire un living lab. Il est équipé d'une dizaine de capteurs binaires (ouverture/fermeture de porte, capteur de débit d'eau/électrique et capteurs de présences).
- Cellule robotisée pour la numérisation de pièces complexes composée d'un robot anthropomorphe KUKA KR150L130, d'un capteur laser externe C-track, d'un capteur laser KREON, d'un préhenseur pouvant transporter le capteur laser KREON ou la pièce à numériser
- Cellule de qualification de robots destinés à la fabrication additive composée : d'une structure portant un robot SCARA, d'un robot cartésien de type GANTRY, et d'instruments de caractérisations mesures
- Plateforme de fabrication Additive métallique par fusion laser sur lit de poudre (AddUp FormUp 350) dans un caisson « Flexcare » pour assurer les contraintes HSE liées à l'exploitation des poudres métalliques
- Cellule d'usinage 5-axes grande vitesse Mikron UCP 710 équipé d'une commande numérique Siemens 840D et d'une commande numérique ouverte développée par le laboratoire.
- Cellule de mesure par corrélation d'image pour la mesure de pièce de structure aéronautique de grande dimension

6- Activités éditoriales

Participation à des comités éditoriaux (journaux scientifiques, revues, collections, etc)

- N. ANWER, Éditeur associé, ASME Journal of Computing and Information Science in Engineering. (depuis 2018)
- O. BRUNEAU, Éditeur associé de la revue International Journal of Humanoid robotics (2013-2016, mandat renouvelé pour 2016-2019).
- J-M. FAURE et J-J. LESAGE ont été éditeurs associés de la revue IEEE Transactions on Automation Science and Engineering (<http://www.ieee-ras.org/tase> ; IF : 2,69), de janvier 2012 à décembre 2016.
- J-J. LESAGE est éditeur associé de la revue IFAC Annual Reviews in Control depuis mars 2015.
- L. MATHIEU, Membre de l'editorial board pour la revue CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology.

Direction de collections et de séries

7- Activités d'évaluation

Évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques (relecture d'articles / reviewing)

- L'équipe Géo3D a recensé 34 revues pour lesquelles ses membres ont effectué des relectures parmi celles-ci certaines beaucoup plus que d'autres (Computer Aided Design and applications journal, Computer Aided Design, International Journal of Production Research, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, International Journal of Machine Tools & Manufacture, etc.
- Tous les membres de l'équipe ISA sont relecteurs réguliers pour les revues reconnues du domaine telles les revues de l'IFAC (Automatica, Control Engineering Practice), des sociétés IEEE Control Systems, Automation Science and Engineering, Industrial Informatics, et JDEDS.

Évaluation de projets de recherche

N. ANWER

- 3 projets de type Evaluator externe, Research Grants Council, Hong Kong
- 1 projet de type Evaluator, ANR, CE10 - Usine du futur (1)

O. BRUNEAU

- Programme de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) (2017)
- Appel à projets CE08, ANR, Edition 2016.

J.-M. FAURE a été sollicité par la Direction des opérations scientifiques de l'ANR pour l'expertise de réponses à AAP en mai 2018.

C. LARTIGUE

- Expert ANR – Programme blanc en 2013
- Expert pour la région Picardie en 2014
- Expert PEDR – Université Aix-Marseille (8 dossiers) – 2015
- Expert DRTT – (Crédit Impôt Recherche) Aquitaine – 2016

S. LAVERNHE

- 2 projets Bpifrance, expertise de suivi de projet de type PIAVE (2016-2017)
- 1 projet Bpifrance, expertise de projet de type PSPC (2015)
- 1 projet Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC)
- 2 projets ANR (PRCE, usine du futur 2016, programme Blanc 2013)

J.-J. LESAGE

- Pour le compte du « Engineering and Physical Sciences Research Council » (EPSRC - Royaume Uni), 2 expertises réalisées dans le cadre des appels à projets :
 - Technologies for a healthy life-course (2013)
 - Grants operations (2014)
- Pour le compte du « Deutsche Forschungsgemeinschaft » (DFG - Allemagne), 2 expertises réalisées dans le cadre de l'appel à projets Entwurf von Networked Control Systems für funkbasierte Ambient Intelligence Netzwerke (2013)
- Pour le compte de Bpifrance, dans le domaine du Contrôle/Commande de centrales nucléaires nouvelle génération (2017).

L. MATHIEU

- « Factory of the future » project of Ministry of Education, University and Research coordinated by the National Research Council (CNR),
- 1 projet FUI, Evaluation, Pole systematic, GT "Usine du futur", membre du COPIL.
- 2 projets ANR, Evaluation
- 3 projets ANRT, Evaluation

C. TOURNIER

- 2 projets de l'AAP Pack Ambition Recherche de la région Auvergne-Rhône-Alpes (2018)
- 1 projet de l'AAP de la région Nouvelle Aquitaine (2018)
- 3 projets ANR, expertise de projet de type défi Stimuler le renouveau industriel (2015 – 2016 - 2017).
- 3 projets ANRT (2014 -2015 - 2016).

Évaluation de laboratoires (type Hcéres)

- C. LARTIGUE Expert HCERES
 - Présidente du comité d'experts d'évaluation du laboratoire SYMME, Annecy (novembre 2014)
 - Vice-présidente du comité d'experts d'évaluation du laboratoire Institut Pascal – UMR 6602, Clermont-Ferrand (décembre 2015)

- J.-J. LESAGE a été Président des comités de visite HCERES des laboratoires suivants :
 - Décision et Information pour les Systèmes de Production (DISP) – EA 4570, Lyon (novembre 2014)
 - Laboratoire des Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble (GSCOP) - UMR5272, Grenoble (décembre 2014)
 - Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes (LARIS) – EA 7315, Angers (Janvier 2016)
 - Laboratoire d'Innovation Numérique pour les Entreprises et les Apprentissages au service de la Compétitivité des Territoriales (LINEACT), Rouen (Janvier 2018)

Responsabilités au sein d'instances d'évaluation

- J.-M. FAURE a été membre élu (collège A) du CNU 61 (mandat 2012-2015).
- S. AMARI a été et est membre élu (collège B) du CNU 61 (mandat 2012-2015 puis 2016-2019).

8- Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives

Contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)

1. Projet Européen FP7 LOCOMACHS (LOW COst Manufacturing and Assembly of Composite and Hybrid Structures), coordonné par SAAB AB, 31 partenaires dont les acteurs clés de l'aéronautique européens, 2012-2016, 500 K€
2. H2020, Erasmus+ 2016-1-IT01-KA202-005441: "European Training for Coordinate Metrology 4.0" (COMET 4.0), (09/2016-08/2019), 68 k€
3. H2020, Erasmus+ 2015-1-PL01-KA202-016875: "Geometrical Product Specification and Verification as toolbox to meet up-to-date technical requirements", 09/2015-08/2018, 110K€
4. Projet européen (H2020-EURAMET) EMRP (European Metrology Research Program): JRP IND59 "Multi-sensor metrology for microparts in innovative industrial products" (Microparts), 2013-2015, 12K€.
5. Projet européen (H2020-EURAMET) EMPIR (European Metrology Program for Innovation and Research), 15SIB01: "Reference algorithms and metrology on aspherical and freeform lenses (FreeForm)", 9/2016-8/2019, 50 K€
6. Projet européen EMRP (H2020-EURAMET) EMRP (European Metrology Research Program): JRP IND62 "Traceable In-process dimensional Measurement" (TIM). L'objectif est de développer des méthodes de contrôle de géométrie de machines outil in-situ pour compenser les trajectoires. <http://www.ptb.de/emrp/ind62-consortium.html>, 2013-2016, 35K€
7. Discrete geometry tolerance analysis framework, Financement par le centre de Coopération Universtaire Franco Bavaroise (BFHZ-CCUFB) (05/2013 – 10/2013), 3850€

Contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)

- Projet ANR-11-INS-004 VACSIM (VALIDation de la commande des systèmes critiques par Couplage Simulation et Méthodes d'analyse formelle) : 01/10/2011 à 31/03/2015, 1M€, 6 partenaires : EDF R&D, Dassault Systemes, I3S, INRIA Rennes, LaBRI et LURPA, chef de projet : Jean-Marc Faure.
- FUI 14, ANGEL (Atelier Numérique coGnitif intEropérable et agiLe), porteur SPRING Technologies, (9/2012-8/2014), 214 K€
- FUI 20, LUCID (Laboratoire d'Usinage par Caractérisation Intelligente des Données), porteur SPRING Technologies, (4/2016-3/2013), 203 K€

Contrats avec les collectivités territoriales

- OMEGA (IOis de coMMande adaptativE pour l'usinaGe multiAxes), financement région Ile-de-France, la *Fondation de Coopération Scientifique du campus Paris-Saclay* via la fondation DIGITEO dans le cadre du Domaine d'Intérêt Majeur "Logiciels et Systèmes Complexes", N°2014-0812D, (2014-2018). Montant de 109K€, en collaboration avec Supélec.

Contrats financés dans le cadre du PIA

- Projet CONNEXION du Programme Investissements d'Avenir (PIA), Briques Génériques du Logiciel Embarqué (BGLE), tâche Validation d'une architecture de contrôle-commande sous l'angle performance et sûreté de fonctionnement (coordinateur : Esterel Technologies) : 01/04/2012 à 31/12/2016, partenaires : AREVA, CEA LIST, CRAN, EDF, Esterel Technologies, INRIA, LURPA, Rolls Royce, Telecom Paris, 2,5 M€ dont 310 k€ pour le LURPA.
- PSPC- BPI France, SOFIA (SOLutions pour la Fabrication Industrielle Additive métallique). Optimisation du pilotage des sources à grande vitesse et la maîtrise de la chaîne globale de valeur et qualité procédé (2016-2022), partenaires : AddUP, Aubert & Duval, ESI, FUSIA, Michelin, Safran, VOLUM-e, Zodiac Aerospace, CNRS, Centrale Supélec, Centrale Nantes, ENS Paris-Saclay, Ecole Polytechnique, Université Paris Diderot, Université Paris-Sud, Université Pierre et Marie Curie, 50M€ dont 933K€ pour le LURPA.

Contrats financés par des associations caritatives et des fondations (ARC, FMR, FRM, etc.)

9- Post-doctorants et chercheurs seniors accueillis

Post-doctorants

- M. BENAZOUZ, 26 mois, (2014 - 2016) financement projet PIA CONNEXION
- R. RANTOSON, 14 mois (2014-2015) financement projet européen EMRP IND59-JRP Microparts
- X. XU, 18 mois (2014-2015) financement projet FUI Angel
- M. GHASSANY, 12 mois (2014) projet FUI Angel : data-mining pour l'usage.
- C. NA, 18 mois (2017-2018) financement projet FUI LUCID
- F. VIPREY, 12 mois (2016-2017) financement projet PSPC SOFIA
- V.T LE, 12 mois (2017-2018) financement projet PSPC SOFIA

Chercheurs seniors accueillis (par ordre chronologique)

- Lihong QIAO, professeur à l'Université de Beihang (Chine) a été accueillie au laboratoire du 15 au 23 Novembre 2013 dans le cadre d'une coopération scientifique avec Nabil Anwer (séjour pris en charge par Digiteo/Fondation de Coopération Campus Paris Saclay).
- Redouane KARA, professeur à l'université de Tizi-Ouzou (Algérie), a été accueilli au laboratoire du 5 au 31 janvier 2015, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Saïd Amari (séjour pris en charge par l'ENS Paris-Saclay).
- Erik GUSTAVO DEL CONTE, chercheur à l'université « Federal do ABC » de Sao-Paulo, (Brésil), a été accueilli au laboratoire du 21 au 26 septembre 2015, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Christophe Tournier, (séjour pris en charge par DIGITEO).
- François AVELLAN, professeur à l'EPFL (Suisse), a été accueilli au laboratoire du 15 avril au 15 juillet 2016, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Christophe Tournier, (séjour pris en charge par l'ENS Paris-Saclay).
- Taous LECHANI, enseignante-chercheuse à l'université de Boumerdès (Algérie) (Algérie) a été accueillie au laboratoire du 1^{er} au 15 juillet 2016 (séjour pris en charge par l'université de Boumerdès).
- Peter Xiangchao ZHANG, associate professor à l'université de Fudan (Chine), a été accueilli au laboratoire du 09 janvier 2017 au 31 mars 2017, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Nabil Anwer (séjour pris en charge par le LNE).
- Qiang HUANG, professeur à l'Université de Californie du Sud (USA), a été accueilli au laboratoire du 15 mai au 15 juillet 2017, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Nabil Anwer, (séjour pris en charge par l'ENS Paris-Saclay)
- Marcos MOREIRA, associate professor à l'Université Fédérale de Rio de Janeiro (Brésil), a été accueilli au laboratoire du 4 septembre 2017 au 8 juillet 2018, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Jean-Jacques Lesage (séjour pris en charge par l'UFRJ).

10-Indices de reconnaissance

Prix

- Boussad Addad a obtenu l'un des prix des meilleures thèses du GdR MACS, en avril 2013, pour ses travaux sur l'évaluation analytique du temps de réponse des systèmes de commande en réseau en utilisant l'algèbre (Max,+).

- Pierre-Yves Piriou a obtenu le prix de la meilleure thèse de l'AFIS (Association Française d'Ingénierie Système), en décembre 2016, pour ses travaux sur l'analyse de sûreté de fonctionnement basée sur les modèles des systèmes dynamiques, réparables et reconfigurables.
- Fabien Viprey a obtenu en juin 2018 le prix de la meilleure thèse de l'AUTGV et Manufacturing'21 pour ses travaux sur la modélisation et la caractérisation des défauts de structure RRTT pour la mesure in-process.
- La distinction de "first best paper" sur le thème "Manufacturing and Industrial Process Design" de la conférence JCM (International Joint Conference on Mechanics), obtenue par M.P. Nguyen Duy, Y. Quinsat, C. Lartigue, pour le papier intitulé "Defining scanning trajectory for on-machine inspection using a laser- plane scanner", 20-22 Juin 2018.
- L'article intitulé "Skin Model Shapes: A new paradigm shift for geometric variations modelling in mechanical engineering", Schleich, B., Anwer, N., Mathieu, L., Wartzack, S., 2014, Computer-Aided Design, 50:1-15, a obtenu la distinction "Most Cited Computer-Aided Design Articles" et "The most cited articles published since 2013, extracted from Scopus, Ranked: 10/25".
- L'article intitulé "Shaping the Digital Twin for Design and Production Engineering", Schleich, B., Anwer, N., Mathieu, L., Wartzack, S., 2017, CIRP Annals - Manufacturing Technology, 66/1 fait partie des "Most downloaded articles from CIRP Annals in 2017".
- Le prix du meilleur papier de la 13th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing (CAT 2014), 11th – 14th May 2014, Hangzhou, China. (Best Paper Award) décerné à l'article "Exploring the proceedings of Computer Aided Tolerancing CIRP Seminars and Conferences A scientometric analysis", Rique Garaizar, O., Anwer, N., Mathieu, L., Qiao, L., 2014.

Distinctions

- Les prix de service de l'IFAC France ont été attribués à J.M. Faure et à J.J. Lesage, respectivement en 2015 et en 2016.

Appartenance à l'IUF

Responsabilités dans des sociétés savantes

- J.M. Faure a été et est Vice-président du comité technique 5.1 de l'IFAC pour les triennums 2011-2014 et 2017-2020.
- L. MATHIEU est membre Fellow du Collège International de Recherche en Productique (CIRP), membre du comité de nomination et du comité des finances.

Invitations à des colloques / congrès à l'étranger

- S. LAVERNHE, Invited plenary talk: "Tool path definitions and their interpolation for optimized 5-axis high-speed machining", 3rd International Workshop on Mathematics and Algorithms for Computer-Aided Manufacturing, Engineering and Numerical Control (MAMENC), 24th - 25th October, 2013, Beijing, (China)
- L. MATHIEU, Keynote speaker, "Exploring the proceedings of Computer Aided Tolerancing CIRP Seminars and Conferences" 13th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing (CAT 2014), Hangzhou (China), 11th - 14th May 2014
- L. MATHIEU, Invited speaker, "Skin Model Shapes, a new paradigm in design for dimensioning and tolerancing simulation", Festkolloquium KTMfK, Erlangen (Germany), 30th September 2014
- C. MEHDI-SOUZANI, Workshop Franco-chinois "Smart Manufacturing and Factory of the future", invited speaker, 11th - 15th November 2015, Beijing, (China)
- N. ANWER, Keynote Speaker, China Industrial Training Centers and Maker Alliance Summit, 29th - 31th October 2016, Xian, (China)
- L. MATHIEU, Keynote speaker, "The Skin Model: a fundamental concept for product specification and verification", 12th International Scientific Conference "Coordinate Measuring Technique" CMT2016, Bielsko-Biala (Poland), 18th - 20th April 2016
- N. ANWER, Invited Speaker, Robust Design Day, Product Development Symposium 2017, 7th - 10th November 2017, Technical University of Denmark, Copenhagen, (Denmark)
- C. MEHDI-SOUZANI, FACAM 2018, invited speaker: "Measurements and Prediction of geometrical deviations for Additive Manufacturing parts", University of Southern California, 8th - 9th February 2018, Los-Angeles, (USA)

Séjours dans des laboratoires étrangers

- N. ANWER, Professeur invité à l'université de Beihang, Pékin, Chine (20/10/2013 – 10/11/2013 ; 19/10/2014 – 09/11/2014 ; 21/10/2015 – 18/11/2015 ; 21/10/2016 – 13/11/2016 ; 23/10/2017 – 05/11/2017)
- N. ANWER, Professeur invité à l'université de Tsinghua, Pékin, Chine (24/10/2016 – 06/11/2016)
- C.MEHDI-SOUZANI, Professeur invité, Université de Brasilia, Brésil, Laboratoire de Métrologie, Décembre 2015

II - INTÉRACTION AVEC L'ENVIRONNEMENT, IMPACTS SUR L'ÉCONOMIE, LA SOCIÉTÉ, LA CULTURE, LA SANTÉ

1- Brevets, licences et déclarations d'invention

Brevets déposés

Brevets acceptés

1- Procédé pour l'optimisation du tolérancement d'un ensemble de pièces flexibles soumises à des efforts.

Fricéro Benoît, Thiébaud François, Stricher Alain, Champaney Laurent

Brevet d'invention délivré par l'INPI, N° Publication 2 981 176, N° d'enregistrement national 1159095

Déposé le 08/10/2011, Délivré le 29/11/2013

Publication à l'international : WO2013/050444 (A1)

2- Procédé de mesurage et de fabrication d'un tube

Mons Pierre, Mounaud Mathieu, Thiébaud François, Bourdet Pierre

Brevet d'invention délivré par l'INPI, N° Publication 2 946 549, N° d'enregistrement national 09 53900

Déposé le 11/06/09, délivré le 19/09/2014

Publication à l'international : WO2010/142644 (A1)

3- Procédé d'optimisation de réglages d'un assemblage de pièces sous contraintes

Fricéro Benoît, Falgarone Hugo, Chevassus Nicolas, Breteau Pierre, Thiébaud François, Lartigue Claire

Brevet d'invention délivré par l'INPI, N° Publication 2 940 375, N° d'enregistrement national 09 58945

Déposé le 22/12/08, délivré le 29/03/13

Brevet d'invention délivré par European Patent Office, EP 2 374 046 B1, délivré le 02/03/16

Publication à l'international : WO 2010/072744 (A1)

Brevets licenciés

Déclaration d'invention

2- Interactions avec les acteurs socio-économiques

Contrats de R&D avec des industriels

- 1- Contrat de recherche avec AG Tôlerie (St-Etienne 42), pour la génération de trajectoires 5 axes en fabrication Additive par projection de poudre (2018).
- 2- Contrat de recherche avec l'IRT SystemX pour l'amélioration du processus de conception et de fabrication de pièces métalliques en fabrication additive par projection de poudre (2017-2018)
- 3- Contrat de recherche avec la société SIDEL Blowing & Services SAS au sujet de l'optimisation des opérations d'usinage et de polissage des moules de soufflage en aluminium (2014 – 2015)
- 4- Contrat de recherche avec le LNE, « Contribution à la reconstruction de surfaces complexes à partir d'un grand flot de données non organisées pour la métrologie 3D », accompagnement d'une CIFRE non ENS, (thèse N.Elhayek)
- 5- Contrat de recherche avec Lithias pour l'amélioration du processus de FAO dans le cadre du copiage d'œuvres d'art en pierre par usinage robotisé (2013).
- 6- Contrat de recherche IRSTEA, « Intégration de la sécurité dans les démarches de conception », financement de la thèse de L. Sadeghi, 2010-2014.

Bourses Cifre (par ordre chronologique croissant)

- 1- P-Y. CHAUX, partenaire industriel EDF R&D site de Clamart, « Apports de la théorie des langages et du model-checking pour l'analyse qualitative d'arbres de défaillance », (2009-2013)

- 2- T. LEMATTRE, partenaire industriel EDF R&D site de Chatou, « Allocation de fonctions de commande de systèmes critiques par recherche d'atteignabilité dans un réseau d'automates communicants », (2010-2013)
- 3- L. ANDOLFATTO, partenaire industriel Airbus Group, « Assistance à l'élaboration de gammes d'assemblage innovantes de structures composites », (2010-2013)
- 4- A. MAÏZA partenaire industriel AIRBUS IW, « Assemblage de composants aéronautiques par la mesure », (2010-2013)
- 5- A. ZUQUETE GUARATO, partenaire industriel Renault SA, « Métrologie 3D de pièces de formes complexes par moyens optiques : une application à l'équilibrage de vilebrequins », (2010-2013)
- 6- M. CAMBOULIVES, partenaire industriel LNE, « Étalonnage d'un espace de travail 3D par multilatération », (2011-2014)
- 7- M. LAFOU, partenaire industriel Renault SA, « Système de production performant, pérenne et innovant pour l'assemblage des véhicules automobiles », (2012-2016)
- 8- M. PETITCUENOT, partenaire industriel Snecma SAFRAN, « Maîtrise de la qualité géométrique des pièces de formes complexes sur tout le cycle de conception, fabrication et suivi de production : Application à une aube de turbine », (2012-2015)
- 9- F. VIPREY, partenaire industriel LNE, « Modélisation et caractérisation des défauts de structure de machine-outil 5 axes pour la mesure in-process », (2013-2016)
- 10- M. ROYER, partenaire industriel Safran Aircraft Engines, « Synthèse des spécifications de fabrication en 3 dimensions et optimisation des tolérances pour un produit et un process évolutifs au cours de l'industrialisation », (2014-2017)
- 11- O. ROUETBI, partenaire industriel Schlumberger, « Maîtrise de l'assemblage et des exigences fonctionnelles des systèmes hyperstatiques déformables », (2014-2017)
- 12- Y. FALLOT, partenaire industriel Safran Aircraft Engines, « Maîtrise de la qualité géométrique des pièces de formes complexes dans le contexte de la continuité numérique », (2015-2018)
- 13- Y. AREZKI, partenaire industriel LNE, « Algorithmes de références robustes pour la métrologie dimensionnelle des surfaces asphériques et des surfaces complexes en optique », (2016-2019)
- 14- F. GRINGOZ, partenaire industriel SAFRAN Nacelles, « prédiction de la conformité géométrique des assemblages de composants flexibles » (2016-2019)
- 15- J-L. GREGORIO, partenaire industriel AIRBUS Group, « Reverse Engineering de structures complexes » (2016-2019)
- 16- Y. LAUMONIER, partenaire industriel General Electric Digital, « Apport des modèles et techniques des SED pour la rationalisation des alarmes d'un système de contrôle industriel » (2016-2019)
- 17- J-B. JOUSSELIN, partenaire industriel MISSLER Software, « Elaboration de trajectoires d'ébauches en fraisage 5 axes », (2017-2020)

Créations de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)

GRC Assemblage flexible, Accord-cadre Inno'Campus

L'ENS Cachan a établi en 2005 un partenariat privilégié avec le groupe EADS en, en particulier avec son centre de recherches corporate (EADS Innovation Works) et certaines filiales (EADS Space Transportation, Airbus...).

- L'objectif de ce partenariat se décline en trois axes :
 - Mener à bien des projets fédératifs de recherche concertées à moyen terme (6 à 9 ans) en assurant un financement pluriannuel et multi-sources (institutionnels et industriels),
 - Accroître les interactions scientifiques et techniques entre les chercheurs des laboratoires de l'École et ceux de l'entreprise dans un cadre formel de coopération,
 - Partager et co-investir dans les moyens de recherche (plates-formes expérimentales et de simulation) en respectant les exigences d'accès des parties prenantes.
- Le domaine de l'assemblage des structures aéronautiques flexibles et de leurs simulations a été rapidement identifié comme étant un champ de recherches stratégiques pour l'aéronautique et l'espace. Dans le cadre d'une structure spécifique Inno'Campus créé entre Airbus Group et l'ENS, un groupe de recherche concerté a été créé entre l'équipe assemblage et robotique du centre de recherche d'Airbus et le LURPA.
- Faits dans la période :

- Thèses soutenues A. STRICHER, L. ANDOLFATTO, C. LACROIX
- Thèse débutée : J.L. GREGORIO
- Don robot ABB
- Participation au projet Locomachs (FP7) :
 - Conception, mise au point d'un démonstrateur de prédication de calage
 - Participation à l'écriture du cahier des charges d'un logiciel de simulation d'assemblage basé sur les travaux issus de la collaboration : AnatoleFlex
 - Test du logiciel par comparaison des résultats de simulation et des résultats expérimentaux
- Fin de la collaboration en 2018 suite à la disparition de l'équipe d'Airbus Group suite à la fermeture du centre de recherche de Suresnes

Création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques (ST uniquement)

- Création en 2015 de l'E-GRT (European Group of Research in Tolerancing)

Créations d'entreprises, de start-up

3- Activités d'expertise scientifique

Activités de consultant

Participation à des instances d'expertise (type Anses) ou de normalisation

- N. ANWER : Expert ISO, membre du comité ISO/TC213 (Spécification Géométrique des Produits)
- N. ANWER : Expert UNM (Union de la Normalisation de la Mécanique), membre de la commission UNM 08 (GPS/Spécification)
- L. MATHIEU : Réalisation et publication en 2005 d'une norme internationale ISO « Geometric model for Specification and Verification », mise à jour en 2010 et en 2015.
- L. MATHIEU : Expert à l'UNM 08 « spécification », 09 « GPS mesure » et à l'ISO TC213 « dimensional and geometrical product specification and verification ».
- L. MATHIEU : Membre du comité stratégique CG2 « spécification géométrique des produits » de l'UNM.

Expertise juridique

4- Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation

N. ANWER

- Responsable des projets de norme ISO 18183 parties 1, 2 et 3 (partition)
- Working Draft - Geometrical product specifications (GPS) — Partitioning — Part 1: Overview and Basic concepts (12/16)
- State of the Art Report - Analysis of Point Cloud and Mesh segmentation methods for Geometrical Product Specifications (06/17)
- Technical Report - Toward a Classification of Partitioning Operations for Standardization of Geometrical Product Specifications and Verification (12/17)

5- Produits destinés au grand public

Émissions radio, TV, presse écrite

- C. TOURNIER, « Et si les chercheurs jouaient avec des cartes de "gamers" ? », Têtes chercheuses, Le Huffington Post, octobre 2013.

Produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.

Produits de médiation scientifique

Débats science et société

6- Autres produits propres à une discipline

Créations artistiques théorisées

Mises en scènes

Films

III - IMPLICATION DANS LA FORMATION PAR LA RECHERCHE

1- Produits des activités pédagogiques et didactiques

E-learning, moocs, cours multimedia, etc.

- 2015-2018, projet Erasmus+ GPSVTOOL, pour la création d'un outil d'E-learning en spécification et vérification géométrique des produits s'adressant d'une part à des apprenants universitaires mais aussi à des ingénieurs du monde professionnel Européens <http://www.gpsvtoolbox.ath.eu>. Ce projet sur 3 ans est piloté par l'université de Bielsko-Biala en Pologne et rassemble des collègues de 7 universités Européennes et un grand constructeur automobile.
<https://e-uczelnia.ath.bielsko.pl/login/index.php?lang=en>
- 2016-2019, projet Erasmus+ COMET 4.0, pour la création d'un outil d'E-learning en métrologie et retro-conception s'adressant d'une part à des apprenants universitaires mais aussi à des ingénieurs du monde professionnel Européens.
http://cm-train.org/website_comet4eu/.

2- Productions scientifiques (articles, ouvrages, etc.) issues des thèses

3- Efficacité de l'accompagnement des étudiants et qualité de leur encadrement (financement, durée des thèses, taux d'abandon)

On fera une présentation synthétique des résultats obtenus par l'entité de recherche dans ce domaine.

- **Thèses soutenues de 01/01/2013 à 30/06/2018**

Nom du doctorant	Intitulé du mémoire	Encadrement	Financement	Durée de la thèse	Publications
Anna-Paula Estrada-Vargas	Black-Box identification of automated discrete event systems	Jean-Jacques Lesage et Ernesto Lopez-mellado (CINVESTAV Mexique) (Co-directeurs)	CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Mexique)	42 mois	5 articles de revues internationales, 7 articles de conférences internationales
Pierre-Yves Chauv	Formalisation de la cohérence et calcul des séquences de coupe minimales pour les systèmes dynamiques réparables	Jean-Jacques Lesage (Directeur) et Jean-Marc Roussel	CIFRE EDF R&D	43 mois	3 articles de conférences internationales
Thibault Lemattre	Allocation de fonctions de commande de systèmes critiques par recherche d'atteignabilité dans un réseau d'automates communicants	Jean-Marc Faure et Jean-François Pétin (CRAN) (Co-directeurs), Bruno Denis	CIFRE EDF R&D	42 mois	2 articles de conférences internationales
Damien Aza-Vallina	Analyse de la fiabilité des architectures de commande en réseau à composants multi-modes	Jean-Marc Faure (Directeur), Bruno Denis	CDENSX	37 mois	3 articles de conférences internationales, 1 brevet déposé avec EADS en 2012
Mickaël Danancher	Une approche orientée événements discrets pour la localisation des habitants dans des habitats intelligents basée sur le modèle	Jean-Jacques Lesage et Lothar Litz (Univ. Kaiserslautern) (Co-directeurs)	CDENSX	38 mois	1 article de revue internationale, 5 articles de conférences internationales
Anaïs Guignard	Validation fonctionnelle de contrôleurs logiques :	Jean-Marc Faure	Projet ANR VACSIM	38 mois	1 article de revue

Nom du doctorant	Intitulé du mémoire	Encadrement	Financement	Durée de la thèse	Publications
	contribution au test de conformité et à l'analyse en boucle fermée				internationale, 3 articles de conférences internationales
Pierre-Antoine Brameret	Calcul des Indicateurs de Sûreté par la Génération Automatique de Chaînes de Markov Partielles	Jean-Marc Roussel et Antoine Rauzy (LIX) (Co-directeurs)	CDENSX	34 mois	1 article de revue internationale, 2 articles de conférences internationales
Pierre-Yves Piriou	Contribution à l'analyse de sûreté de fonctionnement basée sur les modèles des systèmes dynamiques, réparables et reconfigurables	Jean-Marc Faure et Jean-Jacques Lesage (Co-directeurs)	Projet Investissements d'Avenir CONNEXION	38 mois	2 articles de revue internationale, 5 articles de conférences internationales
Jérémy Saives	Identification Comportementale "Boîte-noire" des Systèmes à Événements Discrets par Réseaux de Petri Interprétés	Jean-Jacques Lesage (Directeur), Gregory Faraut	CDENSX	35 mois	1 article de revue internationale, 2 articles de conférences internationales
Benoît Lebeau-pin	Vers un langage de haut niveau pour une ingénierie des exigences agile dans le domaine des systèmes embarqués avioniques	Jean-Marc Roussel et Antoine Rauzy (LGI) (Co-directeurs)	Chaire Blériot-Fabre de CentraleSupélec	40 mois	2 articles de conférences internationales
Kévin Viard	Modelling and Recognition of Human Activities of Daily Living in a Smart Home	Jean-Jacques Lesage et Maria Pia Fanti (Politecnico Bari) (Co-directeurs), Gregory Faraut	CDSN	36 mois	3 articles de conférences internationales

2 abandons :

- Julien NIGUEZ, thèse débutée au 01/10/2014, financée par une bourse du MENESR et abandonnée au 01/08/2017, le doctorant ayant accepté une offre d'embauche dans une société de services informatiques.
- Sylvain FROBERT, thèse débutée au 01/09/2015, financée par un contrat doctoral Spécifique pour Normalien (CDENSX) et abandonnée au 01/09/2017, le doctorant ayant accepté poste de professeur agrégé en CPGE.

Thèses en cours

Nom du doctorant	Intitulé	Encadrement	Financement	Date de début	Publications
AUPETIT Benjamin	Apport de la simulation stochastique de Systèmes de Transitions Gardées pour la sûreté de Fonctionnement	Jean-Marc Roussel et Antoine Rauzy (LGI) (Co-directeurs)	IRT SystemX	01/09/2014	CI : 2
BORDRON Matthias	Exploitation des performances de manipulabilité et d'accessibilité d'un robot anthropomorphe en vue de la numérisation robuste multi-capteurs	BRUNEAU Olivier (Directeur), MEHDI-SOUZANI Charyar	CDENSX	01/09/2015	RI : 1 CI : 1
PHAN Nguyen Duy Minh	Trajectoires de numérisation adaptatives dans contexte in-situ	LARTIGUE Claire (Directeur), QUINSAT Yann	ETR	01/09/2015	CI : 3

Nom du doctorant	Intitulé	Encadrement	Financement	Date de début	Publications
FALLOT Yann	Maîtrise de la qualité géométrique des pièces de formes complexes dans le contexte de la continuité numérique	LARTIGUE Claire, THIEBAUT François	CIFRE SAFRAN AIRCRAFT ENGINES	01/01/2016	Pas de communication
ZHU Zuowei	Skin model shapes for Additive Manufacturing	ANWER Nabil (Directeur), MATHIEU Luc	ETR	29/03/2016	CI: 3
BENDJEBLA Soumiya	Traitements Géométriques et Fouille de Formes pour la Reconnaissance d'Entités d'Usinage Complexes en Aéronautique	ANWER Nabil (Directeur), LAVERNHE Sylvain	INDUSTR	01/09/2016	RI: 1 CI: 3
GODINEAU Kévin	Optimisation du pilotage de chaînes opto-mécaniques en fabrication additive	TOURNIER Christophe (Directeur), LAVERNHE Sylvain	CDO	01/09/2016	CI: 1
SADAOUI Sif Eddine	Inspection dimensionnelle - Une approche multi-capteurs pour la vérification des spécifications géométriques	LARTIGUE Claire (Directeur), MEHDI-SOUZANI Charyar	ETR	01/09/2016	CI: 1
AREZKI Yassir	Algorithmes de références robustes pour la métrologie dimensionnelle des surfaces asphériques et des surfaces complexes en optique	ANWER Nabil (Directeur), MEHDI-SOUZANI Charyar, NOUIRA Hichem	CIFRE LNE	01/10/2016	CI: 5 RI: 2
GALETTA Clément	Identification active des Systèmes à Evénements Discrets	Jean-Marc Faure et Jean-Marc Roussel (Co-directeurs)	Bourse MENESR	01/10/2016	RI :1
GRINGOZ Florian	Impact des défauts géométriques des composants sur la conformité géométrique d'assemblages aéronautiques	LARTIGUE Claire (Directeur), THIEBAULT François	CIFRE SAFRAN NACELLE	03/10/2016	CI: 1
LAUMONIER Yannick	Apport des modèles et techniques des SED pour la rationalisation des alarmes d'un système de contrôle industriel	Jean-Marc Faure et Jean-Jacques Lesage (Co-directeurs)	CIFRE General Electric Digital	01/11/2016	CI :1
ETTAIEB Kamel	Synthèse des trajectoires de lasage en fabrication additive SLM	TOURNIER Christophe (Directeur), LAVERNHE Sylvain	CTO	01/11/2016	Pas de communication
AL-MESLEMI Yahya Ismaïl	Méthodes statistiques pour le contrôle qualité en fabrication additive métallique	ANWER Nabil (Directeur), MATHIEU Luc	CTO	01/12/2016	CI : 2
GREGORIO Jean-Loup	Reverse-Engineering de structures complexes - Identification de la géométrie des composants d'un assemblage avec défauts	LARTIGUE Claire (Directeur), THIEBAULT François	CIFRE AIRBUS GROUP	01/12/2016	Pas de communication
EUZENAT Charly	Méthodes de simulation de l'usinage par abrasion	TOURNIER Christophe (Directeur), LAVERNHE Sylvain	CDENSX	01/09/2017	RI: 1 CI: 2
JOUSSELIN Baptiste	Génération de trajectoires d'ébauches 5 axes de surfaces complexes	TOURNIER Christophe, QUINSAT Yann	CIFRE MISSLER SOFTWARE	01/09/2017	Pas de communication internationale

4- Suivi des doctorants en liaison avec les écoles doctorales et attention portée à l'insertion professionnelle des docteurs

Suivi des doctorants

- Un séminaire des doctorants est organisé au niveau du laboratoire, chaque année au mois de mai. Les doctorants de première et deuxième année peuvent ainsi présenter leurs résultats intermédiaires ainsi que leurs perspectives de travaux.
- Pour les doctorants de l'équipe Géo3D, un suivi est effectué en fin de première année, conformément aux directives de l'ED SMEMAG de l'Université Paris Saclay.
- Pour les doctorants de l'équipe ISA, un suivi à mi-parcours est effectué en fin de deuxième année, conformément aux directives de l'ED STIC de l'Université Paris Saclay.

Insertion professionnelle des docteurs

Nom du docteur	Date de soutenance	Situation du docteur après la thèse
ESTRADA-VARGAS Anna-Paula	20/02/2013	Ingénieur dans la société ORACLE à Guadalajara (Mexique)
CHAUX Pierre-Yves	15/04/2013	Non communiquée
BEUDAERT Xavier	04/07/2013	Ingénieur de recherche chez IDEKO (Espagne)
LEMATRE Thibault	09/07/2013	Ingénieur-chercheur à EDF R&D
ANDOLFATTO Loïc	11/07/2013	Ingénieur de recherche à l'EPFL (Suisse)
AZA-VALLINA Damien	07/11/2013	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
DANANCHER Mickaël	02/12/2013	Ingénieur R&D dans la société Evolution Energie
ZUQUETE-GUARATO Alexandre	11/12/2013	Professeur à l'universitaire UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (Brésil)
SOUTO-LEBEL Aurélien	15/07/2014	Ingénieur de recherche (Ariane Group)
SADEGHI Leïla	21/07/2014	Enseignant Chercheur Université de Téhéran (IRAN)
LACHARNAY Virgile	01/11/2014	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
GUIGNARD Anaïs	04/12/2014	Ingénieur dans la société Systemel
EL HAYEK Nadim	18/12/2014	Ingénieur de recherche (Geomnia)
PETITCUENOT Mathieu	25/06/2015	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
LACROIX Cyril	01/07/2015	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
BRAMERET Pierre-Antoine	09/07/2015	Ingénieur dans la société Systemel
CAMBOULIVES Martin	11/12/2015	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
PIRIOU Pierre-Yves	27/11/2015	Ingénieur-chercheur à EDF R&D
SAIVES Jérémie	30/06/2016	Ingénieur dans la société Systemel
LAFOU Meriem	11/07/2016	Ingénieur Génie Industriel et Lean Manufacturing (Renault-Nissan Alliance)
VIPREY Fabien	18/11/2016	Maitre de conférences ENSAM Cluny
DUBREUIL Lorène	26/04/2017	Professeure agrégée de Sciences Industrielles en IUT
ROUETBI Oussama	24/05/2017	Ingénieur d'études (Safran Landing Systems)
ROYER Marie	09/06/2017	Ingénieure de recherche (Safran Aircraft Engines)
GRANDGUILLAUME Laureen	07/12/2017	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
LEBEAUPIN Benoît	18/12/2017	Ingénieur dans la société Systemel
DUONG Tan-Quang	12/03/2018	Post-Doc à l'IRT SystemX
VIARD Kévin	13/07/2018	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE (à partir du 01/09/2018)

5- Labellisation nationale ou internationale des formations (Erasmus mundus p. ex.)

6- Accompagnement des séminaires de doctorants par des chercheurs ; degré de participation des doctorants à la vie de l'entité de recherche

7- Mobilisation des chercheurs dans le montage de formation de niveau master

1. Montage d'une formation de niveau master en Tolérance et Spécification Géométrique des Produits à l'université d'Aéronautique et d'Astronautique de Pékin (Université de Beihang). *Formation dispensée depuis 2010 (203 étudiants Chinois et 66 étudiants étrangers formés)*
2. Sous la responsabilité pédagogique de S. Lavernhe, l'équipe Géo 3D a mis en place en 2015 le parcours Ingénierie Numérique Produit Process (IN2P) du Master Ingénierie des Systèmes Complexes (ISC) de l'Université Paris-Saclay et assure depuis la rentrée 2016/2017 la majorité des enseignements de ce parcours qui est piloté par l'ENS Paris-Saclay et regroupe, outre cet établissement, l'Université Paris-Sud et CentraleSupélec.
3. Sous la responsabilité de Jean-Jacques Lesage, l'équipe ISA a mis en place en 2015 le parcours CCSC (Conception et Commande des Systèmes Critiques) du Master ISC (Ingénierie des Systèmes Complexes) de l'Université Paris-Saclay et assure depuis la rentrée 2016/2017 la majorité des enseignements de ce parcours qui est piloté par l'ENS Paris-Saclay et regroupe, outre cet établissement, l'ENSTA et l'Université Versailles - St Quentin.

DOSSIER D'AUTOÉVALUATION DE ÉQUIPE GEO3D

1- Présentation de l'équipe

Introduction

Les activités de l'équipe Géo3D relèvent du domaine des "Sciences pour l'Ingénieur". Durant la période concernée par cette évaluation le thème général de recherche de l'équipe Géo3D est regroupé sous l'intitulé "Advanced Manufacturing". Il s'agit plus particulièrement d'assurer la maîtrise de la qualité géométrique des pièces, des interfaces et des assemblages dans le processus de conception de fabrication et de contrôle dans un environnement de production industrielle.

De manière générale, les activités de recherche de l'équipe se sont orientées vers le développement de démarches d'optimisation de l'ingénierie et de la production par la mise au point de modèles et d'outils numériques à l'usage de la conception, de la fabrication et de la métrologie. L'ensemble des travaux est basé sur une démarche scientifique qui s'appuie sur une forte partie expérimentale qui sert non seulement à démontrer les résultats théoriques énoncés, mais également à alimenter en données d'entrées les travaux de modélisations et développements numériques.

Tableau des effectifs et moyens de l'équipe

Au 30 juin 2018, l'équipe compte un total de 10 enseignants chercheurs dont 5 PU, 4 MCF (dont 1 HDR) et 1 PRAG HDR (pour le détail se référer au fichier Excel : « Données du contrat en cours »). D'un point de vue comptable et comparé à la période d'évaluation précédente l'équipe a perdu un poste de Maître de Conférence (départ de Nabil Anwer, Université Paris 13) non renouvelé à ce jour, un poste de professeur émérite (départ à la retraite de Pierre Bourdet, ENS Paris-Saclay), mais a obtenu un poste de PR (arrivée d'Olivier Bruneau sur une création de poste à l'Université Paris-Sud). Bernard Anselmetti (Professeur des Universités ; Université Paris-Sud) a pris également sa retraite et Nabil Anwer a été recruté sur ce poste libéré à l'Université Paris-Sud.

D'un point de vue des moyens, l'équipe dispose de son propre budget, constitué des contrats et financements de projets obtenus au niveau régional, national (FUI, CIFRE, etc.) ou Européen via les financements de type H2020 et Euramet. Sur la période concernée, nous avons levé un peu plus de 2500k€ dont 933 k€ dans le cadre du projet SOFIA, 526 k€ de financements institutionnels nationaux (FUI., etc.), 390 K€ sur projets européens, 610K€ de CIFRE et 67k€ en contrat industriels. Les sommes versées par nos institutions de tutelles ne sont pas intégrées ou utilisées directement dans le cadre du budget de l'équipe, mais viennent en compléments selon les années et les circonstances.

2- Produits et activités de recherche de l'équipe Géo3D

Bilan scientifique

Durant cette période l'équipe géo3D a publié plus de 150 papiers et communications dans des revues et conférences internationales dont celles les plus reconnues dans nos disciplines ainsi que plusieurs dizaines de papiers dans des conférences et colloques nationaux.

La quasi-totalité des projets et thèses s'accompagne de développements de démonstrateurs et/ou maquettes numériques des résultats dont deux ont abouti à des logiciels enregistrés à l'Agence pour la Protection des Programmes. La forte collaboration de l'équipe avec l'industrie à travers des projets cofinancés et/ou des CIFRE nous a permis d'obtenir des résultats suffisamment singuliers pour que nous puissions déposer 3 brevets auprès de l'INPI et European Patent Office. Les publications sont systématiquement signées par plusieurs membres du laboratoire en fonction des collaborations ou/et avec des chercheurs extérieurs académiques ou industriels. Il est important de noter que la quasi-totalité des enseignants chercheurs de l'équipe a pu bénéficier d'au moins un encadrement de thèse en permanence au cours de la période écoulée. L'ensemble des encadrements associe un enseignant chercheur sénior et un enseignant chercheur junior. Il est également fréquent de constater que les encadrements de thèse se font en associant des expertises complémentaires. De la même façon, de multiples projets au sein de l'équipe, regroupent plusieurs EC (LUCID, ANGEL, SOFIA, COMET 4.0, FreeForm MicroParts...) avec des compétences complémentaires au bénéfice des sujets traités.

La structuration des travaux au sein de l'équipe n'est pas restée constante durant la période évaluée. En effet entre 2013 et 2016, conformément aux engagements du bilan précédent, les activités de recherche ont été organisées en 4 axes basés sur les domaines de compétences historiques de l'équipe. Ainsi ces 4 axes ont été :

- Modélisation multi-physique assemblage/machine
- Modélisation des interfaces/composants
- Qualification du processus d'acquisition multi-capteurs multi-échelles
- Ingénierie numérique pour la production

Cependant, dans un contexte d'émergence de l'industrie 4.0 et de concrétisation de concepts liés à l'Usine du Futur, le champ d'application de l'expertise de l'équipe s'est élargi à partir de fin 2015. Ainsi cette évolution s'est accompagnée d'une montée en compétence sur de nouveaux champs disciplinaires indissociables de ce nouveau contexte : la robotique industrielle et la fabrication additive. Cette évolution a été marquée par le recrutement de nos deux nouveaux Professeurs des Universités, O.Bruneau (roboticien) et la promotion de N. Anwer sur un profil recherche orienté "smart manufacturing" et fabrication additive.

Il est important de bien noter que cette réorganisation ne marque pas un changement de thématique, mais bien une évolution conséquente de nos activités. Nos travaux restent basés sur notre expertise reconnue (maîtrise de la géométrie 3D des pièces et des interfaces) et pour laquelle l'équipe bénéficie d'une forte reconnaissance nationale et internationale, mais dont le champ des applications s'est élargi à la fabrication additive et à la robotique dans l'industrie 4.0.

Cette évolution est également visible à travers l'obtention par l'équipe de nouveaux projets nationaux et européens depuis 2016, tels que le projet SOFIA (PSPC), LUCID (FUI) ou encore FreeForm (H2020) dont les détails sont disponibles dans l'annexe 4. Cette évolution a également été soutenue par un fort investissement en équipements soit sur fonds propres (Système de numérisation Kréon Aquillon, Gom Atos, etc.) soit à travers des partenariats industriels (don de deux robots industriels par AIRBUS) soit par des financements institutionnels sur projet (FAPS) qui nous ont permis de nous doter :

- D'une cellule robotisée multi-tâches évolutive dédiée à la numérisation multi-capteurs in-line à qualité maîtrisée ou à l'assemblage de pièces flexibles de grandes tailles (robot KUKA, système de mesure volumique Creaform C-Trak, capteur laser plan sans contact Kreon Zephyr).
- De la première plateforme universitaire en France de fabrication Additive métallique sur lit de poudre sous atmosphère contrôlée (AddUp FormUp 350).

Ainsi, à partir de 2016, l'équipe Géo3D a adopté une nouvelle organisation de ses activités sous la forme de 4 axes avec comme intitulés :

- Dimensionnement et tolérancement géométrique :
 - Développement de modèles de contrôle de la déviation de la géométrie des pièces et leur propagation dans les interfaces entre pièces, de prédiction des assemblages. La stratégie adoptée a été la modélisation multi-physique et la simulation numérique.
- Acquisition et Identification des formes :
 - Maîtrise de la représentativité des données discrètes issues de la numérisation multi-capteurs, multi-échelles par la modélisation, la qualification et le traitement des données pour la métrologie et l'inspection 3D.
- Performance des systèmes poly-articulés :
 - Développement d'outils, de modèles et de protocoles, permettant la qualification des systèmes poly-articulés pour le contrôle et l'optimisation des trajectoires en mesure 3D et en fabrication.
- Ingénierie numérique pour l'usine du futur :
 - Modélisation multi-échelles des processus de conception et de production

Dans ce cadre, les travaux ont porté sur l'amélioration des procédés de mesures, de fabrication et d'assemblage. Les résultats issus de ces travaux peuvent être regroupés sous les intitulés suivants :

- Nouvelles approches pour la prise en compte des défauts dans les processus de conception et de fabrication par l'introduction de nouveaux modèles géométriques, et de méthodes de cotation,
- Modélisation du comportement des mécanismes multi-physiques pour la maîtrise de la géométrie des pièces générées,
- Caractérisation des systèmes de mesure multi-capteurs optiques par le développement de protocoles de qualification permettant l'identification des paramètres critiques et leur contrôle pour la génération de données à qualité contrôlée,
- Génération de trajectoires intelligentes pour la numérisation multi-capteur, la fabrication et l'assemblage, à partir d'outils de simulation développés sur la base de modélisation de données expérimentales, afin d'assurer une qualité attendue des pièces et des assemblages traités,
- Développement d'artefacts de qualification pour la fabrication additive et les systèmes de mesure optique,
- Nouveau modèle de comportement des robots poly-anthropomorphes par la prise en compte et l'identification des paramètres élastiques, géométriques, dynamiques et statiques pour l'amélioration de la fidélité de suivi de trajectoires pour des applications de mesure sans contact en ligne de production,
- Caractérisation de la topologie 3D des surfaces fabriquées,
- Développement de stratégies de mesure multi-capteurs pour la métrologie,
- Traitement de données denses issues de la mesure sans contact, pour l'assemblage, la caractérisation géométrique, la métrologie, l'extraction d'entités (géométrique, usinage, métrologique), etc.,

- Mesure embarquée in-situ sur procédé de fabrication,
- Développement de nouveaux modèles de représentation de la géométrie pour la fabrication additive.

En ce qui concerne l'implication de l'équipe dans l'enseignement par la recherche on peut noter notre participation au montage et au pilotage d'une formation de niveau master en Tolérancement et Spécification Géométrique des Produits à l'université d'Aéronautique et d'Astronautique de Pékin (Université de Beihang). Formation dispensée à 203 étudiants Chinois et 66 étudiants étrangers depuis sa mise en place. L'équipe Géo 3D a mis en place à partir de 2015 le parcours Ingénierie Numérique Produit Process (IN2P) du Master Ingénierie des Systèmes Complexes (ISC) de l'Université Paris-Saclay et assure depuis la rentrée 2016/2017 la majorité des enseignements de ce parcours qui est piloté par l'ENS Paris-Saclay et regroupe, outre cet établissement, l'Université Paris Sud et CentraleSupélec au sein de l'Université Paris-Saclay.

Données chiffrées

Voir le fichier Excel « Données du contrat en cours »

Sélection des produits et des activités de recherche

Voir l'annexe 4 « Sélection des produits et des activités »

Faits marquants

Un certain nombre de travaux réalisés au sein de l'équipe a bénéficié d'une reconnaissance plus marquée de la part de notre communauté scientifique. Parmi ces travaux on peut citer :

- La distinction de "**first best paper**" sur le thème "Manufacturing and Industrial Process Design" à la International Joint Conference on Mechanics (JCM), obtenue par M.P Nguyen Duy, Y. Quinsat, C. Lartigue, pour le papier intitulé "Defining scanning trajectory for on-machine inspection using a laser-plane scanner", 20-22 Juin 2018.
- Le prix que vient d'obtenir (juin 2018) Fabien Viprey récompensant **la meilleure thèse de l'AUTGV et Manufacturing'21** pour ses travaux sur la modélisation et la caractérisation des défauts de structure RRTT pour la mesure in-process.
- L'article intitulé " *Skin Model Shapes: A new paradigm shift for geometric variations modelling in mechanical engineering*", Schleich, B., Anwer, N., Mathieu, L., Wartzack, S., 2014, Computer-Aided Design, 50:1-15, qui a obtenu la distinction "**Most Cited Computer-Aided Design Articles**" et "**The most cited articles published since 2013, extracted from Scopus, Ranked: 10/25**".
- L'article intitulé " *Shaping the Digital Twin for Design and Production Engineering*", Schleich, B., Anwer, N., Mathieu, L., Wartzack, S., 2017, CIRP Annals - Manufacturing Technology, 66/1 qui fait partie des "**Most downloaded articles from CIRP Annals in 2017**".
- Le prix du meilleur papier du 13^{ème} CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing (CAT 2014), 11-14 May 2014, Hangzhou, China. (**Best Paper Award**) décerné à l'article : "*Exploring the proceedings of Computer Aided Tolerancing CIRP Seminars and Conferences A scientometric analysis*", Rique Garaizar, O., Anwer, N., Mathieu, L., Qiao, L., 2014.

La concrétisation de la plateforme FAPS (Fabrication Additive Paris-Saclay) représente également un fait marquant pour l'équipe Géo3D que ce soit par l'importance du financement obtenu ou par la reconnaissance des compétences de l'équipe. En effet la sélection et le financement de ce projet démontrent la manière dont l'équipe Géo3D a su développer une rapide (en deux ans) montée en compétences dans le domaine de la fabrication additive. Cette plateforme constitue également une des ressources les plus importantes pour la structuration et la démonstration des résultats futurs attendus par l'équipe dans ce domaine.

3- Analyse SWOT

L'expertise de l'équipe Géo3D dans les domaines liés à la maîtrise de la géométrie des pièces est largement reconnue au niveau national et international depuis le milieu des années 90. Sur la base de cette expertise et tout au long des années 2000, l'équipe a su faire évoluer ses activités afin d'anticiper les problématiques nouvelles et de répondre au mieux aux nouveaux challenges qui se sont profilés à l'horizon. Aujourd'hui dans un contexte de modification important de notre milieu socio-économique et d'un déménagement géographique pour intégrer un nouvel écosystème scientifique, l'équipe Géo3D doit consolider ses points forts et anticiper les

nouveaux défis qui lui feront face afin de conserver son dynamisme scientifique et la reconnaissance dont elle a pu bénéficier jusqu'à présent.

Forces

Reconnaissance d'une identité et d'une expertise scientifique forte de l'équipe au niveau national et international (membre de commission d'expert ISO, UNM) qui est facilitée par une organisation de l'équipe en axes de recherche avec une souplesse suffisante pour anticiper les évolutions des problématiques traitées; Existence d'une forte collaboration à l'international (Brésil, Suisse, USA, Canada, Chine et plus largement les pays de l'UE) concrétisée par une mobilité sortant et entrant d'enseignants chercheur invités; Forte collaboration industrielle (PME et grands groupes) marquée par la signature de nombreux contrats CIFRE, de contrats et de commercialisation de résultat via des acteurs économiques de premier plan comme Dassault Systèmes; une forte compétence expérimentale facilitée par l'existence de plusieurs plateformes (FAPS, cellule robotisée, centre d'usinage à commande ouverte, cellule de mesure multi-capteurs multi-échelle...); une production scientifique dynamique et supérieure à la moyenne de la 60^{ème} section et au-dessus des recommandations ministérielles; Activité éditoriale conséquente; maîtrise de la durée des thèses; forte implication dans les programmes de formation par la recherche de type Master 2 et études doctorales.

Points à améliorer

Pérennisation des développements des codes informatiques ; développement de logiciels finalisés avec inscription au registre national ; Organisation de conférences internationales ; affichage des thématiques identitaires dans la stratégie territoriale ; l'animation scientifique au sein de l'équipe ; absence de feuilles de route de l'équipe. Développement de cotutelles de thèse à l'international.

Opportunités

Exploitation des réseaux partenaires existants pour la génération et mise au point de nouveaux projets à l'international (H2020, Conférences, agence de financement et de promotion bilatéraux); nouveaux partenariats dans l'environnement de l'Université Paris-Saclay; renforcement et/ou développement des liens avec les laboratoires de l'université Paris-Sud et des autres établissements ; Fructifier la proximité géographique nouvelle avec les centres de R&D et agences de promotion de la recherche telles que d'EDF, CEA, SAFRAN, System@tic, IRT SystemX... Politique de recrutement de nouveaux chercheurs issus de discipline et/ou avec un parcours différent (issus d'autres labos et/ou du monde industriel)

Menaces

Difficulté de maintenir des postes d'enseignants chercheurs dans l'équipe libérés suite à des départs à la retraite ou départ pour promotion, difficulté renforcée par la présence de nombreux HDR non titulaires de poste de PU ; Recrutement de candidats au master et doctorants de bon niveau dans un contexte de forte concurrence locale (Université Paris-Saclay) et de contraintes liées à la nationalité des étudiants.

4- Projet scientifique à cinq ans de l'équipe Géo3D

Aux vues de l'analyse SWOT, et dans la perspective d'une inscription dans l'environnement territorial nouveau, l'équipe Géo3D exploitera l'ensemble des possibilités de collaboration qui lui seront offertes par la présence des équipes et laboratoires de recherche de l'Université Paris-Saclay et de l'écosystème de recherche industrielle environnante.

Le projet scientifique s'attèlera à consolider les points d'excellence de l'équipe (tolérance géométrique, métrologie, acquisition et identification des formes 3D, maîtrise et contrôle des procédés pour la conformité géométrique des pièces fabriquées) et à donner les moyens d'atteindre le même niveau de reconnaissance sur les nouveaux axes que l'équipe développe : performances des systèmes poly-articulés et Modèles numériques pour la spécification géométrique des produits.

De manière plus détaillée, les travaux de recherche auront pour objectif d'aboutir à des solutions d'optimisation de l'ingénierie numérique et de la production qui devront permettre l'intégration d'outils et de concepts nouveaux, nécessaires à la mise en œuvre de la conception et la fabrication de pièces et des assemblages dans un contexte de systèmes complexes manufacturiers. Pour parvenir à ce résultat, une stratégie de développement sur deux axes parallèles et complémentaires sera mise en œuvre :

- la modélisation multi-physique des systèmes et des procédés en vue de leur simulation et leur optimisation
- la mise en œuvre expérimentale pour la caractérisation, la validation, la vérification, ou la recherche exploratrice de nouveaux phénomènes ayant potentiellement une influence sur la maîtrise des formes et dimensions de pièces et des assemblages.

L'intégration entre modèles et expérimentations se fera par l'intermédiaire de systèmes de mesure et génération de données intégrés aux dispositifs expérimentaux destinés à recueillir une grande quantité de données. Les données ainsi générées serviront à alimenter les modèles proposés afin d'accroître leur finesse et d'augmenter le lien au réel des phénomènes que l'on cherche à décrire et/ou à maîtriser. Ce travail aboutira à la mise en œuvre de "jumeaux numériques" des systèmes de fabrication et de production complexe multi-procédés étudiés et dont l'usage est appelé à se développer pour la production dans un contexte d'usine 4.0.

ANNEXE 4 – Sélection des produits et activités de la recherche

CAMPAGNE D'EVALUATION 2018-2019 VAGUE E

Nom de l'équipe : **Équipe Géométrie tridimensionnelle des pièces et des mécanismes**
Acronyme : **Géo3D**

Directeur.rice / Responsable d'équipe pour le contrat en cours : **Yann Quinsat** puis **Charyar Mehdi Souzani**
Directeur.rice / Responsable d'équipe pour le contrat à venir : **Charyar Mehdi Souzani**

I - PRODUCTION DE CONNAISSANCES ET ACTIVITÉS CONCOURANT AU RAYONNEMENT ET A L'ATTRACTIVITE SCIENTIFIQUE

1- Journaux / Revues

Articles scientifiques (par ordre chronologique)

1. B. Schleich, N. Anwer, M. Mathieu, S. Wartzack, "Skin Model Shapes: A new paradigm shift for geometric variations modelling in mechanical engineering", *Computer-Aided Design*, Vol. 50, pp. 1-15, 2014. (Most Cited Computer-Aided Design Articles (The most cited articles published since 2013, extracted from Scopus, Ranked: 10/25)) <https://doi.org/10.1016/j.cad.2014.01.001>
2. X. Beudaert, S. Lavernhe, C. Tournier, "Direct trajectory interpolation on the surface using an open CNC", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 75(1-4), pp. 535-546, 2014. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6134-7>
3. L. Pierre, B. Anselmetti, "Comparison of Analysis Line and Polytopes Methods to Determine the Result of a Tolerance Chain", *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, Vol. 15(2), pp. 021007-1- 021007-9, 2015 <https://doi.org/10.1115/1.4029049>
4. M. Petitcuenot, B. Anselmetti, "Part tolerancing through multical defect analysis", *Int'l J. of Aeronautical & Space Sci.*, Vol. 17(1), pp. 109-119, 2016. <https://doi.org/10.5139/IJASS.2016.17.1.109>
5. F. Viprey, H. Noura, S. Lavernhe, C. Tournier, "Novel multi-feature bar design for machine tools geometric errors identification", *Precision Engineering*, Vol. 46, pp. 323-338, 2016 <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2016.06.002>
6. C. Mehdi-Souzani, Y. Quinsat, C. Lartigue, P. Bourdet, "A knowledge database of qualified digitizing systems for the selection of the best system according to the application", *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol.13, pp. 15-23, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2015.12.00>
7. F. Thiébaud, C. Lacroix, L. Andolfatto, C. Lartigue, "Evaluation of the shape deviation of non rigid parts from optical measurements", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 88(5-8), pp. 1937-1944, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-8899-3>
8. Y. Quinsat, L. Dubreuil, C. Lartigue, "A novel approach for in-situ detection of machining defects", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2017, 90(5-8), pp. 1625-1638, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9478-3>
9. M. Vulliez, S. Lavernhe, O. Bruneau, "Dynamic approach of the feedrate interpolation for trajectory planning process in multi-axis machining", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 88(5), pp. 2085-2096, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-8903-y>
10. F. Thiébaud, S. Bendjebba, Y. Quinsat, C. Lartigue, "Nonrigid Registration for Form Defect Identification of Thin Parts", *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, Vol. 18(2), 2018. <https://doi.org/10.1115/1.4039640>

11. Y. Arezki, X. Zhang, C. Mehdi-Souzani, N. Anwer, H. Nouira, "Investigation of minimum zone assessment methods for aspheric shapes", *Precision Engineering*, Vol. 52, pp. 300-307, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2018.01.008>
12. M. Jachym, S. Lavernhe, C. Euzenat, C. Tournier, "Effective NC machining simulation with OptiX Ray Tracing Engine", *The Visual Computer*, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00371-018-1497-7>
13. M. Bordron, C. Mehdi-Souzani, O. Bruneau, "Inline Measurement strategy for Additive Manufacturing", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 2018. <https://doi.org/10.1177/0954405418755826>

Articles de synthèse / revues bibliographiques

Autres articles (articles publiés dans des revues professionnelles ou techniques, etc.)

2- Ouvrages

Direction et coordination d'ouvrages / édition scientifique

Chapitres d'ouvrage

- 1- D'Antonio, G., Segonds, F., Bedolla, J. S., Chiabert, P., Anwer, N., 2016, A proposal of Manufacturing Execution Systems integration in Design for Additive Manufacturing, *Product Lifecycle Management in the Era of Internet of Things*, Springer International Publishing, ISBN: 978-3-319-33111-9, 761-770.

3- Colloques / congrès, séminaires de recherche

Éditions d'actes de colloques / congrès

Articles publiés dans des actes de colloques / congrès (par ordre chronologique)

1. L. Andolfatto, F. Thiebaut, C. Lartigue, M. Douilly, "Assisted Decision-Making for Assembly Technique Selection and Geometrical Tolerance Allocation", *Smart Product Engineering*, *Proceeding of the 23rd CIRP Design Conference*, Bochum (Germany), pp. 315-324, 2013, <https://doi.org/10.1007/978-3-642-30817-8>
2. N. Audfray, C. Mehdi-Souzani, C. Lartigue, "A Novel Approach for 3D Part Inspection Using Laser-plane Sensors", *The Twelfth CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing*, *Procedia CIRP* Vol. 10, pp.23-29, 2013, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.08.008>
3. C. Lartigue, Y. Quinsat, C. Mehdi-Souzani, A. Zuquete-Guarato, S. Tabibian, "Voxel-based path planning for 3D scanning of mechanical parts", *10th International Conference on Computed Aided Design*, *CAD'13*, Bergamo (Italy), 17-20 June 2013
4. O. Rique Garaizar, N. Anwer, L. Mathieu, L. Qiao, "Exploring the proceedings of Computer Aided Tolerancing, CIRP Seminars and Conferences: A scientometric analysis", *13th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing (CAT 2014)*, May 2014, Hangzhou (China). **(Best Paper Award)**.
5. C. Lacroix, L. Mathieu, F. Thiebaut, M. Douilly, H. Falgarone, "Numerical process based on measuring data for gap prediction of an assembly", *13th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing*, (CAT 2014), May 2014, Hangzhou (China). *Procedia CIRP*, vol.27, pp. 97-102 <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.04.050>
6. M. Vulliez, M. Gleason, A. Souto-Lebel, Y. Quinsat, C. Lartigue, et al, "Multi- scale Curvature Analysis and Correlations with the Fatigue Limit on Steel Surfaces after Milling". *2nd CIRP Conference on Surface Integrity (CSI)*, May 2014, Birmingham (United Kingdom) *Procedia CIRP*, Vol. 13, pp.308-313, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.04.052>
7. B. Schleich, S. Wartzack, N. Anwer, L. Mathieu, "Skin Model Shapes: Offering now potentials for modelling product shape variability", *ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences on Computers and Information in Engineering Conference*, Volume 1A: 35th Computers and Information in Engineering Conference, <https://doi.org/10.1115/DETC2015-46701>, August 2015, Boston (USA). **(ASME IDETC/CIE 2015 Prakash Krishnaswami CAPPD Best Paper Award)**

8. L. Grandguillaume, S. Lavernhe, C. Tournier, "Kinematical smoothing of rotary axis near singularity point", 12th International conference on High Speed Machining, HSM2015, Nanjing (China) Materials Science Forum Vols. 836-837, pp.501-508, October 2015, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.836-837.501>
9. M. Lafou, L. Mathieu, S. Pois, M. Alochet, "Manufacturing System Configuration: Flexibility Analysis For automotive Mixed-Model Assembly Lines", IFAC INCOM 2015, 15th IFAC Intl. Conference on Information Control Problems in Manufacturing, Ottawa, Canada. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.064>
10. L. Grandguillaume, S. Lavernhe, Y. Quinsat, C. Tournier, "Mold manufacturing optimization: a global approach of milling and polishing processes", 15th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations, Karlsruhe (Germany), June 2015, Procedia CIRP, Vol. 31, pp. 13-18. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.03.035>
11. T.-Q. Duong, P. Rodriguez-Ayerbe, S. Lavernhe, C. Tournier, D. Dumur, "Offline gain adjustment with constraints for contour error reduction in high speed milling", IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, Banff (Canada) 2016, <https://doi.org/10.1109/AIM.2016.7576767>
12. O. Rouetbi, L. Pierre, B. Anselmetti, ISO Tolerancing of hyperstatic mechanical systems with deformation control, International Joint Conference on Mechanics, Design Engineering & Advanced Manufacturing JCM-2016, Catania (Italy), pp. 991-1000, Septembre 2016
13. Y. Quinsat, C. Lartigue, C. Brown, L. Hattali, "Multi-scale surface characterization in additive manufacturing using CT", International Joint Conference on Mechanics, Design Engineering & Advanced Manufacturing JCM-2016, Catane, Septembre 2016
14. B. Anselmetti, L. Pierre, "Complementary writing of maximum and least material requirements, with an extension to complex surfaces", 14th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing (CAT 2016) Gothenburg (Sweden). Procedia CIRP Vol. 43, pp. 220-225 <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.02.153>
15. C. Mehdi-Souzani, A. Piratelli-Filho, N. Anwer, "Comparative Study for the Metrological Characterization of Additive Manufacturing artefacts", International Joint Conference on Mechanics, Design Engineering & Advanced Manufacturing (JCM 2016), Catania (Italy), 2016, https://doi.org/10.1007/978-3-319-45781-9_20
16. Z. Zhu, N. Anwer, L. Mathieu, "Deviation Modeling and Shape Transformation in Design for Additive Manufacturing", 27th CIRP Design Conference 2017, 10 – 12 May 2017, Cranfield, UK
17. Y. Arezki, C. Mehdi-Souzani, X. Zhang, N. Anwer, H. Nouira, "A comparative study of curvature-based registration methods for dimensional metrology", EUSPEN's 17th International Conference & Exhibition, 29th May – 2nd June 2017, Hannover, Germany.
18. M. Jachym, S. Lavernhe, C. Tournier, C. Euzenat, P-A. Boucard, Evaluation of the OptiX ray tracing engine for machining simulation, 14th International Conference on Computed Aided Design, CAD'17, Okayama (Japan), August 2017. <https://doi.org/10.14733/cadconfP.2017.138-142>
19. M. Bordron, C. Mehdi-Souzani, O. Bruneau, "An overview of an enhanced multi-systems Robotized Digitizing", 14th International Conference on Computed Aided Design, CAD'17, Okayama (Japan), August 2017, <https://doi.org/10.1080/16864360.2017.1419647>
20. O. Bruneau, "Improved robots performances for digitization and additive manufacturing", 4th Workshop franco-chinois, Sino-French Workshop on Digital Factory and Smart Manufacturing, 14 et 15 nov. 2017, UTC Compiègne.
21. N. Cai, S. Bendjebba, S. Lavernhe, C. Mehdi-Souzani, N. Anwer, "Freeform Machining Feature Recognition with Manufacturability Analysis", CIRP CMS'18 - 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, 16-18 May 2018, Stockholm, Sweden.

4- Organisation de colloques / congrès

Organisateur

- Journée Technique AIP-PRIMECA "Numérisation et Métrologie des Formes Complexes", 1 décembre 2016, 50 personnes, LURPA, ENS Paris-Saclay
- GTMG 2017 : Groupe de Travail en Modélisation Géométrique, GDR IM du CNRS, 22-23 mars 2017, 40 personnes, LURPA, ENS Paris-Saclay
- J'AUM'14 : Journées du groupe thématique transverse AUM (Activités Universitaires en Mécanique) ; ENS Paris-Saclay, 27-29 août 2014, 45 participants. <http://jaum2014.sciencesconf.org/>

Co organisateur

- N. Anwer, Co-organisateur, Sino-French Workshop on Digital Factory and Digital Manufacturing (Nantes 2013, Beijing 2015, Compiègne 2017)
- N. Anwer, Co-organisateur, Digital Twin in Industry Workshop, 15th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, March 27-29, 2018, Zhuhai, China (https://icnsc2018.jnu.edu.cn/DTI_WS.html)
- N. Anwer, Membre du comité d'organisation de la journée thématique AIP-PRIMECA/AFPR "Smart Manufacturing – axe Fabrication Additive", Arts et Métiers ParisTech, Campus de Paris, 11 Décembre 2015
- Co-Chairman (L. Mathieu) 12th CIRP CAT 2014, avec le Professeur J. Tan de l'université de Zhejiang University Hangzhou (China).
- L. Mathieu garant pour l'académie CIRP, de la 13th CIRP CAT conférence organisée par le Professeur R. Söderberg, Chalmers University à Goeteborg (Sweden), 2016
- L. Mathieu, garant pour l'académie CIRP, en 2018 de la 14th CIRP CAT conférence organisée par le Professeur G. Moroni, Politeco de Milano (Italy).
- C. Mehdi-Souzani, membre du comité de programme, ICMR 2017 15th, International Conference on Manufacturing Research, Incorporating the 32nd National Conference on Manufacturing Research 2017, Londres, Grande Bretagne, 5-7 septembre 2017
- C. Mehdi-Souzani, membre du comité de programme (member of steering committee), ICIDM 2017: International Conference on Innovative Design & manufacturing, Polytechnico de Milan Italie, 17-19 juillet 2017.

5- Produits et outils informatiques

Logiciels

1. Velocity Profile Optimization software (VPOp software), dépôt logiciel auprès de l'Agence pour la Protection des Programmes, logiciel version 2.4 du 1er janvier 2013. Logiciel permettant de réaliser l'interpolation temporelle de trajectoires d'usinage multi-axes sous contraintes de jerk. n°IDDN.FR.001.190010.000.S.P.2014.000.30600, dépôt certificat le 02 mai 2014. Répartition des parts créatives entre les auteurs X. BEUDAERT 50%, S. LAVERNHE 30%, C. TOURNIER 20%.
2. Logiciel SIMSURF : SIMulation réaliste des états de SURFace (SIMSURF), dépôt logiciel auprès de l'Agence pour la Protection des Programmes, logiciel version 1.0 du 1 septembre 2014. Le logiciel permet d'effectuer une simulation réaliste et rapide de la géométrie d'une surface générée par enlèvement matière (usinage, abrasion...). Répartition des parts créatives entre les auteurs F. ABECASSIS 35%, S.LAVERNHE 35%, C. TOURNIER 20%, P-A. BOUCARD 10%.

Bases de données

Outils d'aide à la décision

1. Outil d'assistance à l'élaboration de gamme d'assemblage de structures composites développé dans le cadre de la thèse de Loïc Andolfatto.
2. Prédiction de jeu dans les assemblages de structures aéronautiques composés de pièces flexible : développé dans le cadre de la thèse de Cyril Lacroix.

6- Développements instrumentaux et méthodologiques

Prototypes et démonstrateurs

1. QUALIPSO (Qualification et Performance des Systèmes de numérisation Optique) : protocole d'évaluation et de qualification des systèmes de mesure 3D optique, (C. Mehdi-Souzani, C. Lartigue, Y. Quinsat)
2. SIMSURF : outil de simulation réaliste des états de surface par calculs massivement parallèles sur processeurs graphiques, travaux avec le Laboratoire de Mécanique et Technologie (LMT) de l'ENS Paris-Saclay, (F. Abecassis, M. Jachym, S. Lavernhe, C. Tournier, P-A. Boucard)

Plateformes et observatoires

1. Cellule robotisée pour la numérisation de pièces complexes composée d'un robot anthropomorphe KUKA KR150L130, d'un capteur laser externe C-track, d'un capteur laser KREON, d'un préhenseur pouvant transporter le capteur laser KREON ou la pièce à numériser
2. Cellule de qualification de robots destinés à la fabrication additive composée : d'une structure portant un robot SCARA, d'un robot cartésien de type GANTRY, et d'instruments de caractérisations mesures
3. Plateforme de fabrication Additive métallique par fusion laser sur lit de poudre (AddUp FormUp 350)
4. Cellule de mesure par corrélation d'image pour la mesure de pièce de structure aéronautique de grande dimension

7- Activités éditoriales

Participation à des comités éditoriaux (journaux scientifiques, revues, collections, etc)

1. N. ANWER, Editeur Associé, ASME Journal of Computing and Information Science in Engineering (depuis 2018).
2. O. BRUNEAU, Editeur associé de la revue [[IJHR International Journal of Humanoid robotics](#)] (2013-2019).
3. L. MATHIEU, Membre de l'editorial board pour la revue CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology.

Direction de collections et de séries

8- Activités d'évaluation

Évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques (relecture d'articles / reviewing)

L'équipe Géo3D a recensé 34 revues pour lesquelles ses membres ont effectué des relectures parmi celles-ci certaines beaucoup plus que d'autres :

- Computer Aided Design and applications journal (19)
- Computer Aided Design (8)
- International Journal of Production Research, IJPR (8)
- International Journal of Advanced Manufacturing Technology (7)
- International Journal of Machine Tools & Manufacture (4)

Évaluation de projets de recherche

N. ANWER

- 3 projets de type Evalueur externe, Research Grants Council, Hong Kong
- 1 projet de type Evalueur, ANR, CE10 - Usine du futur (1)
- 1 projet ANRT

O. BRUNEAU

- Programme de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) (2017)
- Appel à projets CE08, ANR, Edition 2016.

C. LARTIGUE

- Expert ANR – Programme blanc en 2013

- Expert pour la région Picardie en 2014
- Expert PEDR – Université Aix-Marseille (8 dossiers) – 2015
- Expert DRTT – (Crédit Impôt Recherche) Aquitaine – 2016

S. LAVERNHE

- 2 projets BPI France, expertise de suivi de projet de type PIAVE (2016-2017)
- 1 projet BPI France, expertise de projet de type PSPC (2015)
- 1 projet Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC)
- 2 projets ANR (PRCE, usine du futur 2016, programme Blanc 2013)

L. MATHIEU

- « Factory of the future » project of Ministry of Education, University and Research coordinated by the National Research Council (CNR), Italy <http://www.fabbricadelfuturo-fdf.it/news/?lang=en>.
- 1 projet FUI, Evaluation, Pole systematic, GT "Usine du futur", membre du COPIL.
- 2 projet ANR, Evaluation
- 3 projets ANRT, Evaluation

C. TOURNIER

- 2 projets de l'AAP Pack Ambition Recherche de la région Auvergne-Rhône-Alpes (2018)
- 1 projet de l'AAP de la région Nouvelle Aquitaine (2018)
- 3 projets ANR, expertise de projet de type défi Stimuler le renouveau industriel (2015 – 2016 - 2017).
- 3 projets ANRT (2014 -2015 - 2016).

Évaluation de laboratoires (type Hcéres)

Claire LARTIGUE Expert HCERES

- Evaluation du laboratoire SYMME – Annecy – novembre 2014 – Présidente du comité d'experts
- Evaluation du laboratoire Institut Pascal – Clermont-Ferrand – décembre 2015 – Vice-présidente du comité d'experts

Responsabilités au sein d'instances d'évaluation

9- Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives

Contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)

1. Projet Europeen FP7 LOCOMACHS (LOW COst Manufacturing and Assembly of Composite and Hybrid Structures), coordonné par SAAB AB, 31 partenaires dont les acteurs clés de l'aéronautique européens, 2012-2016.-500 K€
2. H2020, Erasmus+ 2016-1-IT01-KA202-005441: "European Training for Coordinate Metrology 4.0"(COMET 4.0), (09/2016-08/2019) – 68 k€
3. H2020, Erasmus+ 2015-1-PL01-KA202-016875: "Geometrical Product Specification and Verification as toolbox to meet up-to-date technical requirements", (09/2015-08/2018) 110K€
4. Projet européen (H2020-EURAMET) EMRP (European Metrology Research Programme): JRP IND59 "Multi-sensor metrology for microparts in innovative industrial products" (Microparts), 2013-2015, Financement 12K€.
5. Projet européen (H2020-EURAMET) EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research), 15SIB01: "Reference algorithms and metrology on aspherical and freeform lenses (FreeForm)", (9/2016-8/2019), 50 K€
6. Projet européen EMRP (H2020-EURAMET) EMRP (European Metrology Research Programme): JRP IND62 "Traceable In-process dimensional Measurement" (TIM). L'objectif est de développer des méthodes de contrôle de géométrie de machines outil in-situ pour compenser les trajectoires. <http://www.ptb.de/emrp/ind62-consortium.html>. 2013-2016 35K€
7. Discrete geometry tolerance analysis framework, Financement par le centre de Coopération Universtaire Franco Bavaroise (BFHZ-CCUFB) (05/2013 – 10/2013), 3850€

Contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)

1. FUI 14, ANGEL (Atelier Numérique coGnitif intEropérable et agiLe), porteur *SPRING Technologies*, (9/2012-8/2014), 214 K€
2. FUI 20, LUCID (Laboratoire d'Usinage par Caractérisation Intelligente des Données), porteur *SPRING Technologies*, (4/2016-3/2013), 203 K€

Contrats avec les collectivités territoriales

- OMEGA (IOis de coMmande adaptativE pour l'usinaGe multiAxes), financement région Ile-de-France, la *Fondation de Coopération Scientifique du campus Paris-Saclay* via la fondation DIGITEO dans le cadre du Domaine d'Intérêt Majeur "Logiciels et Systèmes Complexes", N°2014-0812D, (2014-2018). Montant de 109K€, en collaboration avec Supélec.

Contrats financés dans le cadre du PIA

- PSPC- BPI France, SOFIA (SOLutions pour la Fabrication Industrielle Additive métallique). Optimisation du pilotage des sources à grande vitesse et la maîtrise de la chaîne globale de valeur et qualité procédé (2016-2022), 933K€.

Contrats financés par des associations caritatives et des fondations (ARC, FMR, FRM, etc.)

10- Post-doctorants et chercheurs seniors accueillis

Post-doctorants

1. M. GHASSANY, 12 mois (2014) projet FUI Angel : data-mining pour l'usinage.
2. R. RANTOSON, 14 mois (2014-2015) financement projet européen EMRP IND59-JRP Microparts
3. X. XU, 18 mois (2014-2015) financement projet FUI Angel
4. F. VIPREY, 12 mois (2016-2017) financement projet PSPC SOFIA
5. C. NA, 18 mois (2017-2018) financement projet FUI LUCID
6. V.T LE, 12 mois (2017-2018) financement projet PSPC SOFIA

Chercheurs seniors accueillis

- Lihong QIAO, professeur à l'Université de Beihang (Chine) a été accueillie au laboratoire du 15 au 23 Novembre 2013 dans le cadre d'une coopération scientifique avec Nabil Anwer (séjour pris en charge par Digiteo/Fondation de Coopération Campus Paris Saclay).
- Erik GUSTAVO DEL CONTE, chercheur à l'université « Federal do ABC » de Sao-Paulo, (Brésil), a été accueilli au laboratoire du 21 au 26 septembre 2015, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Christophe Tournier, (séjour pris en charge par DIGITEO).
- François AVELLAN, professeur à l'EPFL (Suisse), a été accueilli au laboratoire du 15 avril au 15 juillet 2016, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Christophe Tournier, (séjour pris en charge par l'ENS Paris-Saclay).
- Peter Xiangchao ZHANG, associate professor à l'université de Fudan (Chine), a été accueilli au laboratoire du 09 janvier 2017 au 31 mars 2017, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Nabil Anwer (séjour pris en charge par le LNE).
- Qiang HUANG, professeur à l'Université de Californie du Sud (USA), a été accueilli au laboratoire du 15 mai au 15 juillet 2017, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Nabil Anwer, (séjour pris en charge par l'ENS Paris-Saclay).

11- Indices de reconnaissance

Prix

- Best paper award CIRP CAT 2014,
- Best paper award ASME IDETC/CIE/CAPPD 2015
- Best paper award DET 2016
- Best paper award JCM 2018

- Le prix récompensant la meilleure thèse de l'AUTGV et Manufacturing'21 accordé à Fabien Viprey pour ses travaux sur la modélisation et la caractérisation des défauts de structure RRTT pour la mesure in-process.

Distinctions

Appartenance à l'IUF

Responsabilités dans des sociétés savantes

- L. MATHIEU : Membre fellow - Collège International de Recherche en Productique (CIRP), membre du comité de nomination et du comité des finances.

Invitations à des colloques / congrès à l'étranger

- C. MEHDI-SOUZANI, FACAM 2018, invited speaker: "Measurements and Prediction of geometrical deviations for Additive Manufacturing parts", University of Southern California 8-9 February 2018, Los-Angeles, USA
- C. MEHDI-SOUZANI, Workshop Franco-chinois " Smart Manufacturing and Factory of the future", invited speaker, 11-15 November 2015, Beijing China
- S. LAVERNHE, Invited plenary talk: Tool path definitions and their interpolation for optimized 5-axis high-speed machining, 3rd International Workshop on Mathematics and Algorithms for Computer-Aided Manufacturing, Engineering and Numerical Control (MAMENC), October 24th-25th, 2013, Beijing, China
- N. ANWER, Keynote Speaker, China Industrial Training Centers and Maker Alliance Summit, 29-31 October 2016, Xian, China
- N. ANWER, Invited Speaker, Robust Design Day, Product Development Symposium 2017, 7th-10th November 2017, Technical University of Denmark, Copenhagen, Denmark
- L. MATHIEU, Keynote speaker, "The Skin Model: a fundamental concept for product specification and verification", 12th International Scientific Conference "Coordinate Measuring Technique" CMT2016, Bielsko-Biala (Poland), 18-20 April 2016
- L. MATHIEU, Keynote speaker, " Exploring the proceedings of Computer Aided Tolerancing CIRP Seminars and Conferences » L. Mathieu, O. Rique Garaizar, N. Anwer, L. Qiao, 13th CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing (CAT 2014), Hangzhou (China), May 11-14 2014
- L. MATHIEU, invited speaker, Skin Model Shapes, a new paradigm in design for dimensioning and tolerancing simulation », Festkolloquium KTMfk, Erlangen, September 30 2014

Séjours dans des laboratoires étrangers

- N. ANWER, Professeur invité à l'université de Beihang, Pékin, Chine (20/10/2013 – 10/11/2013 ; 19/10/2014 – 09/11/2014 ; 21/10/2015 – 18/11/2015 ; 21/10/2016 – 13/11/2016 ; 23/10/2017 – 05/11/2017)
- N. ANWER, Professeur invité à l'université de Tsinghua, Pékin, Chine (24/10/2016 – 06/11/2016)
- N. ANWER, Membre du jury de thèse de Mr. Sasa Cukovic, University of Kragujevac, Serbie (01/09/2015 – 04/09/2015)
- C.MEHDI-SOUZANI, Professeur invité, Université de Brasilia, Brésil, Laboratoire de Métrologie, Décembre 2015

II - INTÉRACTION AVEC L'ENVIRONNEMENT, IMPACTS SUR L'ÉCONOMIE, LA SOCIÉTÉ, LA CULTURE, LA SANTÉ

1- Brevets, licences et déclarations d'invention

Brevets déposés

Brevets acceptés

- **Procédé pour l'optimisation du tolérancement d'un ensemble de pièces flexibles soumises à des efforts.**
Fricéro Benoît, Thiébaud François, Stricher Alain, Champaney Laurent
Brevet d'invention délivré par l'INPI, N° Publication 2 981 176, N° d'enregistrement national 1159095
Déposé le 08/10/2011, Délivré le 29/11/2013
Publication à l'international : WO2013/050444 (A1)
- **Procédé de mesurage et de fabrication d'un tube**
Mons Pierre, Mounaud Mathieu, Thiébaud François, Bourdet Pierre

Brevet d'invention délivré par l'INPI, N° Publication 2 946 549, N° d'enregistrement national 09 53900
Déposé le 11/06/09, délivré le 19/09/2014

Publication à l'international : WO2010142644 (A1)

- **Procédé d'optimisation de réglages d'un assemblage de pièces sous contraintes**

Fricéro Benoît, Falgarone Hugo, Chevassus Nicolas, Breteau Pierre, Thiébaud François, Lartigue Claire
Brevet d'invention délivré par l'INPI, N° Publication 2 940 375, N° d'enregistrement national 09 58945

Déposé le 22/12/08, délivré le 29/03/13

Brevet d'invention délivré par European Patent Office, EP 2 374 046 B1, délivré le 02/03/16

Publication à l'international : WO 2010/072744 (A1)

Brevets licenciés

Déclaration d'invention

2- Interactions avec les acteurs socio-économiques

Contrats de R&D avec des industriels

1. Convention de recherche avec AG Tôlerie (St-Etienne 42), pour la génération de trajectoires 5 axes en fabrication additive par projection de poudre (2018).
2. CDF (Conception des Directives de Fabrication), projet regroupant industriels et académiques dans le cadre de l'IRT SystemX avec pour objectif d'améliorer le processus de conception et fabrication de pièces métalliques en fabrication additive (2017)
3. Optimisation des opérations d'usinage et de polissage des moules de soufflage en aluminium avec la société *SIDEL Blowing & Services SAS* (2014 – 2015)
4. LNE, contrat de collaboration " Contribution à la reconstruction de surfaces complexes à partir d'un grand flot de données non organisées pour la métrologie 3D", accompagnement d'une CIFRE non ENS, (thèse N.Elhayek)
5. Convention de recherche avec Lithias pour l'amélioration du processus de FAO dans le cadre du copiage d'œuvres d'art en pierre par usinage robotisé (2013).
6. Contrat de recherche IRSTEA, "Intégration de la sécurité dans les démarches de conception", thèse L. Sadeghi, 2010-2014.

Bourses Cifre

1. L. ANDOLFATTO, partenaire industriel Airbus Group, "Assistance à l'élaboration de gammes d'assemblage innovantes de structures composites", (2010-2013)
2. A. MAÏZA partenaire industriel AIRBUS IW, "Assemblage de composants aéronautiques par la mesure" (2010-2013)
3. A. ZUQUETE GUARATO, partenaire industriel Renault SA, "Métrologie 3D de pièces de formes complexes par moyens optiques : une application à l'équilibrage de vilebrequins", (2010-2013)
4. M. CAMBOULIVES, partenaire industriel LNE, "Étalonnage d'un espace de travail 3D par multilatération", (2011-2014)
5. M. LAFOU, partenaire industriel Renault SA, "Système de production performant, pérenne et innovant pour l'assemblage des véhicules automobiles", (2012-2016)
6. M. PETITCUENOT, partenaire industriel Snecma SAFRAN, "Maîtrise de la qualité géométrique des pièces de formes complexes sur tout le cycle de conception, fabrication et suivi de production : Application à une aube de turbine", (2012-2015)
7. F. VIPREY, partenaire industriel LNE, « Modélisation et caractérisation des défauts de structure de machine-outil 5 axes pour la mesure in-process », (2013-2016)
8. M. ROYER, partenaire industriel Safran Aircraft Engines, "Synthèse des spécifications de fabrication en 3 dimensions et optimisation des tolérances pour un produit et un process évolutifs au cours de l'industrialisation", (2014-2017)
9. O. ROUETBI, partenaire industriel Schlumberger, "Maîtrise de l'assemblage et des exigences fonctionnelles des systèmes hyperstatiques déformables", (2014-2017)
10. Y. FALLOT, partenaire industriel Safran Aircraft Engines, "Maîtrise de la qualité géométrique des pièces de formes complexes dans le contexte de la continuité numérique", (2015-2018)
11. Y. AREZKI, partenaire industriel LNE, "Algorithmes de références robustes pour la métrologie dimensionnelle des surfaces asphériques et des surfaces complexes en optique" (2016-2019)

12. F. GRINGOZ, partenaire industriel SAFRAN Nacelles, " prédiction de la conformité géométrique des assemblages de composants flexibles" (2016-2019)
13. JL GREGORIO, partenaire industriel AIRBUS Group, "Reverse Engineering de structures complexes" (2016-2019)
14. J-B. JOUSSELIN, partenaire industriel MISSLER Software, " élaboration de trajectoires d'ébauches en fraisage 5 axes", (2017-2020)

Créations de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)

GRC Assemblage flexible, Accord-cadre Inno'Campus

L'ENS Cachan a établi en 2005 un partenariat privilégié avec le groupe EADS en, en particulier avec son centre de recherches corporate (EADS Innovation Works) et certaines filiales (EADS Space Transportation, Airbus...).

- L'objectif de ce partenariat se décline en trois axes :
 - Mener à bien des projets fédératifs de recherche concertée à moyen terme (6 à 9 ans) en assurant un financement pluriannuel et multi-sources (institutionnels et industriels),
 - Accroître les interactions scientifiques et techniques entre les chercheurs des laboratoires de l'École et ceux de l'entreprise dans un cadre formel de coopération,
 - Partager et co-investir dans les moyens de recherche (plates-formes expérimentales et de simulation) en respectant les exigences d'accès des parties prenantes.
- Le domaine de l'assemblage des structures aéronautiques flexibles et de leurs simulations a été rapidement identifié comme étant un champ de recherches stratégiques pour l'aéronautique et l'espace. Dans le cadre d'une structure spécifique Inno'Campus créé entre Airbus Group et l'ENS, un groupe de recherche concerté a été créé entre l'équipe assemblage et robotique du centre de recherche d'Airbus et le LURPA.
- Faits dans la période :
 - Thèses soutenues A. STRICHER, L. ANDOLFATTO, C. LACROIX
 - Thèse débutée : J.L. GREGORIO
 - Don robot ABB
- Participation au FP7 Locomachs :
 - Conception, mise au point d'un démonstrateur de prédication de calage
 - Participation à l'écriture du cahier des charges d'un logiciel de simulation d'assemblage basé sur les travaux issus de la collaboration : AnatoleFlex
 - Test du logiciel par comparaison des résultats de simulation et des résultats expérimentaux
- Fin de la collaboration en 2018 suite à la disparition de l'équipe d'Airbus Group suite à la fermeture du centre de recherche de Suresnes

Création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques (ST uniquement)

- Création en 2015 de l'E-GRT (European Group of Research in Tolerancing)

Créations de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)

Créations d'entreprises, de start-up

3- Activités d'expertise scientifique

Activités de consultant

Participation à des instances d'expertise (type Anses) ou de normalisation

- N. ANWER : Expert ISO, membre du comité ISO/TC213 (Spécification Géométrique des Produits) Responsable des projets de norme ISO 18183 parties 1, 2 et 3 (partition)
- N. ANWER : Expert UNM (Union de la Normalisation de la Mécanique), membre de la commission UNM 08 (GPS/Spécification)

- L. MATHIEU : Réalisation et publication en 2005 d'une norme internationale ISO « Géometric model for Specification and Verification », mise à jour en 2010 et en 2015.
- L. MATHIEU : Expert à l'UNM 08 « spécification », 09 « GPS mesure » et à l'ISO TC213 « dimensional and geometrical product specification and verification ».
- L. MATHIEU : Membre du comité stratégique CG2 « spécification géométrique des produits » de l'UNM.

Expertise juridique

4- Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation

N. ANWER

- Working Draft - Geometrical product specifications (GPS) — Partitioning — Part 1: Overview and Basic concepts (12/16)
- State of the Art Report - Analysis of Point Cloud and Mesh segmentation methods for Geometrical Product Specifications (06/17)
- Technical Report - Toward a Classification of Partitioning Operations for Standardization of Geometrical Product Specifications and Verification (12/17)

5- Produits destinés au grand public

Émissions radio, TV, presse écrite

- C. TOURNIER, « Et si les chercheurs jouaient avec des cartes de "gamers" ? », Têtes chercheuses, Le Huffington Post, octobre 2013.

Produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.

Produits de médiation scientifique

Débats science et société

- N. ANWER, table ronde « Les industries manufacturières », l'innovation en Chine : décryptage des enjeux urbains, socioéconomiques et technologiques, Hôtel de l'industrie, Paris, mai 2018.

6- Autres produits propres à une discipline

Créations artistiques théorisées

Mises en scènes

Films

III - IMPLICATION DANS LA FORMATION PAR LA RECHERCHE

1- Produits des activités pédagogiques et didactiques

Ouvrages

E-learning, moocs, cours multimedia, etc.

- 2015-2018, projet Erasmus+ GPSVTOOL, pour la création d'un outil d'e-learning en spécification et vérification géométrique des produits s'adressant d'une part à des apprenants universitaires, mais aussi à des ingénieurs du monde professionnel Européens <http://www.gpsvtoolbox.ath.eu>. Ce projet sur 3 ans est piloté par l'université de Bielsko-Biala en Pologne et rassemble des collègues de 7 universités Européennes et un grand constructeur automobile.
<https://e-uczelnia.ath.bielsko.pl/login/index.php?lang=en>
- 2016-2019, projet Erasmus+ COMET 4.0, pour la création d'un outil d'e-learning en métrologie et retro-conception s'adressant d'une part à des apprenants universitaires, mais aussi à des ingénieurs du monde professionnel Européens.
<http://cm-train.org/website/comet4eu/>.

2- Productions scientifiques (articles, ouvrages, etc.) issues des thèses

3- Efficacité de l'accompagnement des étudiants et qualité de leur encadrement (financement, durée des thèses, taux d'abandon)

- Thèses soutenues entre le 01/01/2013 et 30/06/2018 (par ordre chronologique)

Nom du doctorant	Intitulé du mémoire	Encadrement	Financement	Durée (mois)	Publications
BEUDAERT Xavier	Commande numérique ouverte : interpolation optimisée pour l'usinage 5 axes grande vitesse des surfaces complexes,	TOURNIER Christophe (Directeur), LAVERNHE Sylvain	CDENSX	34	RI : 4 CI : 4
ANDOLFATTO Loïc	Assistance à l'élaboration de gammes d'assemblage innovantes de structures composites	LARTIGUE Claire (Directeur), THIEBAULT François	CIFRE	34	RI : 2 CI : 2
ZUQUETE- GUARATO Alexandre	Métrologie 3D de pièces de formes complexes par moyens optiques : une application à l'équilibrage de vilebrequins	LARTIGUE Claire (Directeur), MEHDI- SOUZANI Charyar, QUINSAT Yann	CIFRE	39	RI : 2 CI : 2
SOUTO-LEBEL Aurélien	Rôle de l'intégrité de surface dans la tenue en fatigue d'un acier bainitique après fraisage de finition	LARTIGUE Claire (co-Directeur) BILLARDON René (co-Directeur)	CDENSX	46	CI : 3
SADEGHI Leila	Aide à la décision pour l'intégration de la sécurité au plus tôt en phase de conception-approche innovante de reconception de machines agricoles	MATHIEU Luc	CTO	44	RI : 2
LACHARNAY Virgile	Modélisation mécanique intégrant des champs répulsifs pour la génération de trajectoires 5 axes hors collision	TOURNIER Christophe (Directeur), LAVERNHE Sylvain	CDENSX	38	RI : 1 CI : 2
EL HAYEK Nadim	Contribution à la reconstruction de surfaces complexes à partir d'un grand flot de données non organisées pour la métrologie 3D	GIBARU Olivier (Directeur), ANWER Nabil	CIFRE	39	RI : 4 CI : 2
PETITCUENOT Mathieu	Maîtrise de la qualité géométrique des pièces de formes complexes sur tout le cycle de conception, fabrication et suivi de production : Application à une aube de turbine	ANSELMETTI Bernard	CIFRE	36	RI : 1 CI : 1

Nom du doctorant	Intitulé du mémoire	Encadrement	Financement	Durée (mois)	Publications
LACROIX Cyril	Caractérisation géométrique des assemblages flexibles par la mesure	MATHIEU Luc (Directeur), THIEBAULT François	CTO	34	RI : 1 CI : 2
CAMBOULIVES Martin	Etalonnage d'un espace de travail par multifilatération	LARTIGUE Claire (directeur), BOURDET Pierre	CIFRE	51	RI : 1
LAFOU Meriem	Contribution à la conception de systèmes d'assemblage automobile, performants, pérennes et innovants par des indicateurs technologiques et économiques répondant à la diversité croissante des produits	MATHIEU Luc	CIFRE	39	CI : 4
VIPREY Fabien	Modélisation et caractérisation des défauts de structure RRTT pour la mesure in-process	TOURNIER Christophe (Directeur), LAVERNHE Sylvain	CIFRE	38	RI : 2 CI : 7
DUBREUIL Lorène	Mesure In-situ par moyens optiques	LARTIGUE Claire (Directeur), QUINSAT Yann	CDENSX	41	RI : 3 CI : 3
ROUETBI Oussama	Maîtrise de l'assemblage et des exigences fonctionnelles des systèmes hyperstatiques déformables : application aux outils de mesures pour forage pétrolier	ANSELMETTI Bernard (Directeur) PIERRE Laurent	CIFRE	37	CI : 1
ROYER Marie	Synthèse des spécifications de fabrication et analyse des tolérances en trois dimensions pour un produit et un process évolutifs au cours de l'industrialisation	ANSELMETTI Bernard	CIFRE	30	RI : 1 CI : 1
GRANDGUILLAUME Laureen	Exécution adaptative de trajectoire 5 axes sur structures poly-articulées	TOURNIER Christophe (Directeur), LAVERNHE Sylvain	CDENSX	39	RI : 1 CI : 3
DUONG Tan-Quang	Variable gain contouring control for multi-axis machine tools	AYERBE Pedro (Directeur), LAVERNHE Sylvain, TOURNIER Christophe, DUMUR Didier	CTO	39	CI : 2

- **Thèses en cours**

Nom du doctorant	Encadrement	Financement	Date de début	Publications
AL-MESLEM Yahya Ismail	ANWER Nabil (Directeur), MATHIEU Luc	CTO	01/12/2016	CI : 2
AREZKI Yassir	ANWER Nabil (Directeur), MEHDI-SOUZANI Charyar, NOUIRA Hichem	CIFRE	01/10/2016	CI : 5 RI : 2
BENDJEBLA Soumiya	ANWER Nabil (Directeur), MEHDI-SOUZANI Charyar, LAVERNHE Sylvain	INDUSTR	01/09/2016	RI : 1 CI : 3
BORDRON Matthias	BRUNEAU Olivier (Directeur), MEHDI-SOUZANI Charyar	CDENSX	01/09/2015	RI : 1 CI : 1
ETTAIEB Kamel	TOURNIER Christophe (Directeur), LAVERNHE Sylvain	CTO	01/11/2016	Dépôt de brevet
EUZENAT Charly	TOURNIER Christophe (Directeur), LAVERNHE Sylvain	CDENSX	01/09/2017	RI : 1 CI : 2
FALLOT Yann	LARTIGUE Claire, THIEBAUT François	CIFRE	01/01/2016	Pas de communication
GODINEAU Kévin	TOURNIER Christophe (Directeur), LAVERNHE Sylvain	CDO	01/09/2016	CI : 1
GREGORIO Jean-Loup	LARTIGUE Claire (Directeur), THIEBAULT François	CIFRE	01/12/2016	Pas de communication
GRINGOZ Florian	LARTIGUE Claire (Directeur), THIEBAULT François	CIFRE	03/10/2016	CI : 1
JOUSSELIN Baptiste	TOURNIER Christophe, QUINSAT Yann	CIFRE	01/09/2017	Pas de com. internationale
PHAN Nguyen Duy Minh	LARTIGUE Claire (Directeur), QUINSAT Yann	ETR	01/09/2015	CI : 3
SADAoui Sif Eddine	LARTIGUE Claire (Directeur), MEHDI-SOUZANI Charyar	ETR	01/09/2016	CI : 1
ZHU Zuwei	ANWER Nabil (Directeur), MATHIEU Luc	ETR	29/03/2016	CI : 5 RI : 3

4- Suivi des doctorants en liaison avec les écoles doctorales et attention portée à l'insertion professionnelle des docteurs

Suivi des doctorants

- Un séminaire des doctorants est organisé au niveau du laboratoire, chaque année au mois de mai. Les doctorants de première et deuxième année peuvent ainsi présenter leurs résultats intermédiaires ainsi que leurs perspectives de travaux.
- D'autre part, un suivi est effectué en fin de première année, conformément aux directives de l'ED SMEMAG de l'Université Paris Saclay.

Insertion professionnelle des docteurs

Nom du docteur	Date de soutenance	Situation du docteur après la thèse
BEUDAERT Xavier	04/07/2013	Ingénieur de recherche chez IDEKO (Espagne)
ANDOLFATTO Loïc	11/07/2013	Ingénieur de recherche à l'EPFL (Suisse)
ZUQUETE-GUARATO Alexandre	11/12/2013	Professeur à l'universitaire UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (Brésil)
SOUTO-LEBEL Aurélien	15/07/2014	Ingénieur de recherche (Ariane Group)
SADEGHI Leila	21/07/2014	Enseignant Chercheur Université de Téhéran (IRAN)
LACHARNAY Virgile	01/11/2014	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE

Nom du docteur	Date de soutenance	Situation du docteur après la thèse
EL HAYEK Nadim	18/12/2014	Ingénieur de recherche (Geomnia)
PETITCUENOT Mathieu	25/06/2015	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
LACROIX Cyril	01/07/2015	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
CAMBOULIVES Martin	11/12/2015	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
LAFOU Meriem	11/07/2016	Ingénieur Génie Industriel et Lean Manufacturing (Renault-Nissan Alliance)
VIPREY Fabien	18/11/2016	Maitre de conférences ENSAM Cluny
DUBREUIL Lorène	26/04/2017	Professeure agrégée de Sciences Industrielles en IUT
ROUETBI Oussama	24/05/2017	Ingénieur d'études (Safran Landing Systems)
ROYER Marie	09/06/2017	Ingénieur de recherche (Safran Aircraft Engines)
GRANDGUILLAUME Laureen	07/12/2017	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
DUONG Tan-Quang	12/03/2018	Post-Doc à l'IRT SystemX

5- Labellisation nationale ou internationale des formations (Erasmus mundus p. ex.)

6- Accompagnement des séminaires de doctorants par des chercheurs ; degré de participation des doctorants à la vie de l'entité de recherche

Un séminaire doctorant est organisé par an afin que les travaux d'avancement soient présentés à l'ensemble de l'équipe. Ces séminaires sont délocalisés tous les deux ans sur trois jours continus avec l'ensemble du laboratoire, afin de favoriser un environnement et un temps d'échange plus long sur les sujets abordés. Nos doctorants sont massivement encouragés pour participer à des séminaires nationaux de la communauté tel que Manufacturing'21, le Groupe de Recherche en Tolérance ou le Groupe de Travail en Modélisation Géométrique du GDR ALP.

7- Mobilisation des chercheurs dans le montage de formation de niveau master

- Montage d'une formation de niveau master en Tolérance et Spécification Géométrique des Produits à l'université d'Aéronautique et d'Astronautique de Pékin (Université de Beihang). *Formation dispensée depuis 2010 (203 étudiants Chinois et 66 étudiants étrangers formés)*
- Sous la responsabilité pédagogique de S. Lavernhe, l'équipe Géo 3D a mis en place en 2015 le parcours Ingénierie Numérique Produit Process (IN2P) du Master Ingénierie des Systèmes Complexes (ISC) de l'Université Paris-Saclay et assure depuis la rentrée 2016/2017 la majorité des enseignements de ce parcours qui est piloté par l'ENS Paris-Saclay et regroupe, outre cet établissement, l'Université Paris-Sud et CentraleSupélec.

DOSSIER D'AUTOÉVALUATION DE ÉQUIPE ISA

1- Présentation de l'équipe ISA

Introduction

L'objectif général des recherches de l'équipe ISA est de développer des modèles, méthodes et outils permettant d'améliorer la **sûreté de fonctionnement des systèmes majoritairement discrets**. Ces recherches s'appuient donc sur les différents formalismes de la théorie des systèmes à événements discrets (automates à états finis, réseaux de Petri, chaînes de Markov, ...) ainsi que sur les méthodes reconnues d'analyse de sûreté (analyse prévisionnelle par arbre des fautes, diagnostic à l'aide de résidus, par exemple).

Pour la période considérée, ces travaux se sont organisés selon trois axes :

- Approches algébriques pour la commande et l'évaluation des performances
- Identification des systèmes à événements discrets (SED)
- Approches SED pour la sûreté des biens et la sécurité des personnes

Il convient également de signaler que la première partie de cette période a permis d'achever les travaux relatifs à la thématique Vérification et test de conformité des contrôleurs logiques, thématique présente dans la période précédente, mais non reconduite.

Globalement, les recherches de l'équipe ISA ont permis, durant la période, la production de 11 thèses, 28 articles de revues internationales et 41 papiers dans des conférences internationales sélectives du domaine.

Tableau des effectifs et moyens de l'équipe

Au 30 juin 2018, l'équipe ISA se compose de 5 enseignants chercheurs (2 PU et 3 MCF (dont 2 HDR)) (pour le détail se référer au fichier Excel : « Données du contrat en cours »). Durant la période d'évaluation considérée, l'équipe a perdu un poste de Maître de Conférences pour raison de très longue maladie. Les moyens propres de l'équipe ont été constitués d'un projet ANR (VACSIM), d'un projet PIA (CONNEXION) et de trois contrats d'accompagnement de thèses CIFRE, pour un montant global de 630 k€, en incluant les salaires de deux doctorants sur 2 ans et d'un post-doctorant sur 2 ans.

Bilan scientifique ISA

Approches algébriques pour la commande et l'évaluation des performances

Ces travaux reposent sur une modélisation comportementale dans les dioïdes (max,+) et/ou (min,+), modélisation qui peut être déduite par exemple d'un graphe d'évènements caractérisant le système. Ils ont été conduits en partie dans le cadre d'une coopération avec l'Université de Tizi-Ouzou (Algérie).

Les résultats de ces travaux sont des méthodes de commande des systèmes soumis à des contraintes temporelles fortes, comme par exemple des systèmes de production où le procédé nécessite des temps caractéristiques précis, une approche de commande tolérante aux fautes, en introduisant des modèles sous la forme d'automates (max,+), ainsi que des techniques d'évaluation des performances temporelles des architectures de commande en réseau.

Identification des systèmes à événements discrets (SED)

Cette thématique constitue l'une des originalités de l'équipe. Si, en effet, l'identification des systèmes continus est un thème de recherche qui dispose d'une importante bibliographie, ceci n'est absolument pas le cas pour les systèmes à événements discrets.

Ces travaux ont permis, en particulier dans le cadre des recherches doctorales d'Anna-Paula Estrada-Vargas (co-tutelle de thèse avec le CINVESTAV Guadalajara (Mexique)) et de Jérémie Saives, de proposer des techniques d'identification conduisant à un modèle sous la forme de réseau de Petri interprété. Globalement, ces techniques consistent à déterminer le comportement directement observable à partir de la séquence d'entrées-sorties observée, puis le comportement non directement observable, en recherchant des relations de séquentialité et de concurrence entre les transitions précédemment identifiées. Une méthode de découpage optimal du système de commande a également été proposée, ceci afin de limiter (d'éviter) les problèmes d'explosion combinatoire en transformant un problème d'identification globale à un problème d'identification distribuée. Tous ces résultats ont été validés expérimentalement sur le système mécatronique Bosch présent au laboratoire. Les travaux en cours vient

à proposer une méthode d'identification globalement passive, et donc basée sur nos résultats précédents, mais pouvant être localement active, afin d'obtenir une meilleure approximation de la réalité.

Approches SED pour la sûreté des biens et la sécurité des personnes

Cet axe a donné lieu à un nombre important de travaux, 6 thèses ayant été soutenues dans le domaine. L'une de ces thèses a constitué une contribution importante du projet PIA CONNEXION ; deux autres ont fait l'objet de co-tutelles avec l'Université de Kaiserslautern (Allemagne) et le Politecnico de Bari (Italie).

Les travaux en matière de *Sûreté des biens* ont tout d'abord permis de proposer une méthode de représentation formelle des arbres de fautes dynamiques des systèmes réparables. Cette représentation autorise par la suite la recherche des ensembles de séquences minimales de fautes, séquences de fautes conduisant à l'évènement indésirable. Nos travaux se sont ensuite étendus aux systèmes dynamiques réparables et reconfigurables. Pour prendre en compte les mécanismes de reconfiguration ainsi que les défaillances de ces mécanismes, un nouveau cadre de modélisation a été proposé. Ce cadre associe de manière cohérente une structure d'arbre de fautes, des processus markoviens commutés et des machines de Moore et permet l'analyse qualitative et quantitative de sûreté. Le traitement de plusieurs cas représentatifs des systèmes industriels a montré l'intérêt de cette proposition. Une autre contribution importante de cet axe est une méthode de construction automatique, à partir d'une description dysfonctionnelle des constituants d'un système, d'une chaîne de Markov réduite représentative du comportement de ce système avec une incertitude relative maîtrisée, ceci afin de permettre le passage à l'échelle lors du calcul des indicateurs de sûreté.

Les travaux en matière de *Sécurité des personnes* se situent globalement dans le cadre général de l'Ambient Assisted Living (AAL), thématique dont l'intérêt sociétal ne devrait que croître dans les prochaines années. Ils reposent sur une perception de l'environnement, incluant les personnes dépendantes à surveiller, à l'aide uniquement de capteurs booléens (détecteurs de présence, de passage, de débit d'eau ou de consommation électrique, ...) ; les évènements considérés dans les études sont donc les changements d'état de ces capteurs. Nous nous sommes intéressés dans un premier temps au problème de localisation (estimation de la position des habitants) et de suivi de la position de ces personnes. Lors de ces travaux, des propositions de placement optimal des capteurs ont été également faites. Dans un second temps, le problème de la reconnaissance d'activités a été traité. Une activité, telle que « faire sa toilette », « préparer un repas », se compose en effet de plusieurs actions observables au travers de séquences d'évènements. Cependant, certains évènements peuvent appartenir à plusieurs activités et il importe donc d'être capable d'évaluer la probabilité qu'une action se déroule dans une perspective de suivi des déviations de comportement. D'un point de vue formel, les premiers travaux se sont appuyés sur une modélisation par automates non déterministes, le problème étant celui d'une estimation d'état ; les seconds travaux font appel à des modèles stochastiques.

2- Produits et activités de recherche de l'équipe ISA

Durant la période considérée, les résultats des travaux de l'équipe ISA ont permis la publication de 28 articles de revues internationales reconnues, soit en moyenne 1,12 article/EC/an, et de 41 papiers dans des conférences internationales sélectives du domaine, soit en moyenne 1,64 papier/EC/an.

11 thèses ont été soutenues durant cette période. 3 d'entre elles l'ont été dans le cadre de cotutelles avec des universités étrangères : l'univ. de Kaiserslautern (D), le CINVESTAV (Mexique) et le Politecnico de Bari (I). 5 l'ont été dans le cadre de coopérations avec les services R&D de grands groupes industriels (EDF, AIRBUS) sous la forme de thèses CIFRE, de projets ANR ou PIA.

Ces recherches ont toutes donné lieu à des développements expérimentaux, sous la forme de logiciels, dont deux ont été déposés à l'APP, ou de prototypes et plateformes telles que MSS (Mechatronic Standard System), machine réelle de taille réduite permettant de valider les techniques d'identification et de diagnostic des SED développées, et AALTA (Ambient Assisted Living Test Area), appartement instrumenté pour l'expérimentation dans ce domaine.

3- Analyse SWOT de l'équipe ISA

<p>Points forts</p> <ul style="list-style-type: none"> • Originalité des thématiques de recherche • Du théorique vers expérimental • Bonne production scientifique • Fort rayonnement national et international • Tous les docteurs issus de l'équipe ont un emploi à la date de leur soutenance de thèse 	<p>Points à améliorer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pyramide des âges • Recrutement de nouveaux doctorants en baisse depuis 2015 • Ressources de l'équipe en baisse depuis 2015 par manque de nouveaux projets financés
<p>Possibilités</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nouvelles problématiques (rationalisation des alarmes, Ambient Assisted Living, ...) • Nouvelles collaborations universitaires internationales (TU Munich, Politecnico de Bari, NTNU Trondheim, ...) • Nouveaux contacts (General Electric Digital, Systemel, Hôpital Percy) s'ajoutant aux partenaires récurrents • Eco-système Paris Saclay 	<p>Risques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eco-système Paris Saclay • Plusieurs membres de l'équipe partiront (départ à la retraite) ou seront susceptibles de partir (promotion externe) durant le prochain contrat sans que leur remplacement soit assuré.

4- Projet scientifique à cinq ans

Les thèmes de recherche de l'équipe ISA resteront dans les prochaines années centrés sur **la commande sûre et le pilotage des systèmes à évènement discrets, la sûreté de fonctionnement des systèmes** ainsi que **la sécurité des personnes**.

Ils seront structurés autour de la validation des performances temporelles des architectures d'automatisation distribuées sur des réseaux (de type réseaux d'énergie EDF), de la modélisation comportementale et du diagnostic des systèmes de production de type usine 4.0, et de la surveillance non intrusive de personnes dépendantes dans des habitats intelligents.

Ainsi, les approches algébriques (de type (Max,+)) et les automates temporisés multi-horloges seront exploités pour le pilotage des systèmes à évènements discrets distribués au sein du système de production ou pour la validation de critères d'ordonnancement et de logistique inverse. Par ailleurs, les techniques d'identification des SED développées jusqu'à présent, de type « boîte noire », vont être étendues à des approches de type « boîte grise », permettant ainsi de contraindre les algorithmes d'identification à vérifier des spécifications techniques de haut niveau relatives au process identifié. Les modèles ainsi identifiés, traduisant plus fidèlement encore les comportements réels des systèmes, permettront de faire progresser nos techniques de diagnostic basées sur des modèles sans fautes, à la fois en termes de détection et d'isolation des fautes. Concernant les travaux relatifs à l'Ambient Assisted Living, la détection des déviations de comportement des personnes surveillées permettra d'aborder le difficile problème de la prédiction de la dégradation de leur état de santé.

D'un point de vue expérimental, l'appartement instrumenté situé dans les locaux de l'ENS Paris-Saclay à Cachan ne pourra pas être déménagé sur le plateau de Moulon. Aussi des contacts ont été pris avec Telecom SudParis afin de pouvoir assurer la continuité des travaux au sujet de l'Ambient Assisted Living.

ANNEXE 4 – Sélection des produits et activités de la recherche

CAMPAGNE D'EVALUATION 2018-2019 VAGUE E

Nom de l'unité / de l'équipe / du thème : **Ingénierie des Systèmes Automatisés**

Acronyme : **ISA**

Directeur.rice / Responsable d'équipe /de thème pour le contrat en cours : **Jean-Marc Faure**

Directeur.rice / Responsable d'équipe /de thème pour le contrat à venir : **Gregory Faraut**

I - PRODUCTION DE CONNAISSANCES ET ACTIVITÉS CONCOURANT AU RAYONNEMENT ET A L'ATTRACTIVITE SCIENTIFIQUE

1- Journaux / Revues

Articles scientifiques

1. [Automated Partitioning of Concurrent Discrete-Event Systems for Distributed Behavioral Identification](#), J. Saives, G. Faraut, J.-J. Lesage, IEEE Trans. on Automation Science and Engineering, 15(2), pp. 832 – 841, January 2018
2. [Generalized Boolean logic Driven Markov Processes: a powerful modeling framework for Model-Based Safety Analysis of dynamic repairable and reconfigurable systems](#), P.-Y. Piriou, J.-M. Faure, J.-J. Lesage, Reliability Engineering and System Safety, vol. 163, pp. 57-68, July 2017
3. [An Integrated Framework for Binary Sensor Placement and Inhabitants Location Tracking](#), M.P. Fanti, G. Faraut, J.-J. Lesage, M. Roccotelli, IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2016, 48(1), pp. 154-160, 2016
4. [Modeling and temporal performances evaluation of networked control systems using \(max, +\) algebra](#), R. Ammour, S. Amari, Int. Journal of Systems Science, 46(01), pp. 18-30, 2015
5. [Automated generation of partial Markov chain from high level descriptions](#), P.-A. Brameret, A. Rauzy, J.-M. Roussel, Reliability Engineering and System Safety, 139, pp. 179-187, 2015

Articles de synthèse / revues bibliographiques

2. [Overview of Discrete Event Systems Opacity: models, validation, and quantification](#), R. Jacob, J.-J. Lesage, J.-M. Faure, Annual Reviews in Control, 41 (2016), pp. 135-146

2- Ouvrages

On dressera la liste des ouvrages qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité, mais seulement les 20% les plus significatifs.

Direction et coordination d'ouvrages / édition scientifique

Chapitres d'ouvrage

3- Colloques / congrès, séminaires de recherche

On dressera la liste de ces produits qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité, mais seulement les 20% les plus significatifs.

Éditions d'actes de colloques / congrès

- Proceedings of the 12th Workshop on Discrete Event Systems (IFAC-IEEE WODES'14), May 14-16, 2014, ENS Cachan, France, edited by Jean-Jacques LESAGE, Jean-Marc FAURE, José E. Ribeiro CURY, Bengt LENNARTSON

Articles publiés dans des actes de colloques / congrès

1. [A relative identification method for reactive systems](#), C. Galetta, J.-M. Roussel, J.-M. Faure, 14th IFAC - IEEE International Workshop on Discrete Event Systems (WODES'18), Sorrento Coast (Italy), 30 May-1 June 2018
2. [Enhanced discrete event model for system identification with the aim of fault detection](#), M. V. Moreira, J.-J. Lesage, 14th IFAC - IEEE International Workshop on Discrete Event Systems (WODES'18), Sorrento Coast (Italy), 30 May-1 June 2018
3. [Safety Analyzes of Mechatronics Systems: a Case Study](#), B. Aupetit, M. Batteux, A. Rauzy, J.-M. Roussel, 20th IFAC World Congress, Toulouse (France), pp. 11150-11155, July 2017
4. [Towards Alarm Flood Reduction](#), Y. Laumonier, J.-M. Faure, J.-J. Lesage, H. Sabot, 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA'2017, Limassol (Cyprus), September 2017
5. [Active fault-tolerant control of timed automata with guards](#), J. Niguez, S. Amari, J.M. Faure 20th IFAC World Congress, Toulouse (France), pp. 13648-13653, July 2017
6. [Recognition of human activity based on probabilistic finite-state automata](#), K. Viard, M.P. Fanti, G. Faraut, J.-J. Lesage, 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA'2017, Limassol (Cyprus), September 2017
7. [A formal definition of Minimal Cut Sequences for dynamic, repairable and reconfigurable systems](#), P.Y. Piriou, J.M. Faure, J.J. Lesage, 2016 European Safety and Reliability Conference (ESREL 2016), 25-29 September 2016, Glasgow, United Kingdom
8. [Opacity of Discrete Event Systems: models, validation and quantification](#), R. Jacob, J.-J. Lesage, J.-M. Faure, 5th IFAC Workshop on Dependable Control of Discrete Systems (DCDS 2015), pp. 174-181
9. [Identification of Discrete Event Systems Unobservable Behaviour by Petri nets using Language Projections](#), J. Saives, G. Faraut, J.-J. Lesage, IEEE European Control Conference 2015 (ECC'15), Linz, Austria, Paper WeB2.1, 8 pages, 15-17 July 2015
10. [Evaluation of response time bounds in producer/consumer networked control systems using \(Max,+\) algebra](#), R. Ammour, S. Amari, 12th IFAC - IEEE International Workshop on Discrete Event Systems (WODES'14), pp. 123 - 128. Cachan, France, 14-16 May 2014
11. [A conformance relation for model-based testing of PLC](#), A. Guignard, J.-M. Faure 12th IFAC - IEEE International Workshop on Discrete Event Systems (WODES'14), pp. 412-419. Cachan, France, 14-16 May 2014

4- Organisation de colloques / congrès

- L'équipe ISA a organisé le 12th Workshop on Discrete Event Systems (IFAC-IEEE WODES'14) du 14 au 16 mai 2014 à l'ENS Cachan (Président du comité scientifique : Jean-Jacques Lesage, Président du comité d'organisation : Jean-Marc Faure).

5- Produits et outils informatiques

Logiciels

- SAGE (Safety Analysis in a GBDMP Environment) : logiciel d'analyse de sûreté de fonctionnement pour les systèmes dynamiques réparables et reconfigurables, développé dans le cadre du projet PIA CONNEXION et déposé à l'AAP le 13 juillet 2016.
- VBP-A (Vector Bin Packing for control functions Assignment) : logiciel d'allocation automatique de fonctions de commande à des contrôleurs industriels, en respectant des contraintes de capacité et de sûreté et en minimisant le nombre de contrôleurs nécessaires, développé dans le cadre du projet PIA CONNEXION et déposé à l'AAP le 12 juillet 2016.
- BIRDS (Black-box Identification of Reactive Discrete Systems): site web présentant les techniques d'identification créées au LURPA ainsi que différents exemples, pédagogiques ou de taille importante, et permettant de mettre en œuvre tous les algorithmes développés en vue de l'identification de systèmes.
- AAL WebTool : site web présentant les techniques mises au point sur la thématique de l' Ambient Assisted Living développées LURPA. Par cet outil, il est possible de créer des «logs», comme si un habitant vivait dans un environnement instrumenté, et d'utiliser ces logs afin de construire les modèles d'activités et d'obtenir les valeurs de reconnaissances d'activités.
- Adaptation du logiciel académique TINA (Time petri Net Analyzer), développé par le LAAS et qui associe une interface graphique pour la saisie et l'analyse des réseaux de Petri temporisés avec un model-chercher LTL, pour le développement de techniques de vérification de la commande des systèmes Max-Plus linéaires.

Bases de données

Outils d'aide à la décision

6- Développements instrumentaux et méthodologiques

Prototypes et démonstrateurs

- MSS (Mechatronic Standard System) est une machine réelle de taille réduite développée par BOSCH. Son but est de trier des engrenages suivant leur matériau et la présence (ou non) d'un roulement plastique. Le système est décomposé en 4 stations et 11 sous-systèmes, chacune reliée en réseau à l'API. L'ensemble est constitué d'environ 72 composants, pour un total de 43 entrées et 30 sorties. Chaque valeur d'entrée/sortie est enregistrée et envoyée par trame Modbus à un PC, permettant de réaliser les techniques d'identification et diagnostic développées au LURPA.

Plateformes et observatoires

- AALTA (Ambient Assisted Living Test Area) : L'ENS Paris-Saclay a mis un des appartements dont elle a la gérance à la disposition du LURPA pour en faire un living lab et ainsi tester dans un environnement crédible les algorithmes développés sur ce thème. L'appartement est un T1 avec cuisine (ouverte). Il est équipé d'une dizaine de capteurs binaires (ouverture/fermeture de porte, capteur de débit d'eau/électrique et capteurs de présences). Les zones principalement équipées sont, pour le moment, la cuisine et la salle de bain.

7- Activités éditoriales

Participation à des comités éditoriaux (journaux scientifiques, revues, collections, etc)

- Jean-Marc Faure et Jean-Jacques Lesage ont été éditeurs associés de la revue IEEE Transactions on Automation Science and Engineering (<http://www.ieee-ras.org/tase> ; IF : 2,69), de janvier 2012 à décembre 2016.
- Jean-Jacques Lesage est éditeur associé de la revue IFAC Annual Reviews in Control depuis mars 2015.

Direction de collections et de séries

8- Activités d'évaluation

Évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques (relecture d'articles / reviewing)

- Tous les membres de l'équipe ISA sont relecteurs réguliers pour les revues reconnues du domaine telles les revues de l'IFAC (Automatica, Control Engineering Practice), des sociétés IEEE Control Systems, Automation Science and Engineering, Industrial Informatics, et JDEDS.

Évaluation de projets de recherche

- J.-M. Faure a été sollicité par la Direction des opérations scientifiques de l'ANR pour l'expertise de réponses à AAP en mai 2018.
- J.-J. Lesage a réalisé des évaluations de projets de recherche sollicités par les organismes suivants :
 - Pour le compte du « Engineering and Physical Sciences Research Council » (EPSRC - Royaume Uni), 2 expertises réalisées dans le cadre des appels à projets :
 - Technologies for a healthy life-course (2013)
 - Grants operations (2014)
 - Pour le compte du « Deutsche Forschungsgemeinschaft » (DFG - Allemagne), 2 expertises réalisées dans le cadre de l'appel à projets Entwurf von Networked Control Systems für funkbasierte Ambient Intelligence Netzwerke (2013)

Évaluation de laboratoires (type Hcéres)

- J.-J. Lesage a été Président des comités de visite HCERES des laboratoires suivants :
 - Décision et Information pour les Systèmes de Production (DISP) – EA 4570, Lyon (novembre 2014)
 - Laboratoire des Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble (GSCOP) - UMR5272, Grenoble (décembre 2014)

- Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes (LARIS) – EA 7315, Angers (Janvier 2016)
- Laboratoire d'Innovation Numérique pour les Entreprises et les Apprentissages au service de la Compétitivité des Territoriales (LINEACT), Rouen (Janvier 2018)

Responsabilités au sein d'instances d'évaluation

- Jean-Marc Faure a été membre élu (collège A) du CNU 61 (mandat 2012-2015).
- Saïd Amari a été et est membre élu (collège B) du CNU 61 (mandat 2012-2015 puis 2016-2019).

9- Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives

Contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)

Contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)

- Projet ANR-11-INS-004 VACSIM (Validation de la commande des systèmes critiques par Couplage Simulation et Méthodes d'analyse formelle) : 01/10/2011 à 31/03/2015, 1M€, 6 partenaires : EDF R&D, Dassault Systemes, I3S, INRIA Rennes, LaBRI et LURPA, chef de projet : Jean-Marc Faure.

Contrats avec les collectivités territoriales

Contrats financés dans le cadre du PIA

- Projet CONNEXION du Programme Investissements d'Avenir (PIA), Briques Génériques du Logiciel Embarqué (BGLE), tâche Validation d'une architecture de contrôle-commande sous l'angle performance et sûreté de fonctionnement (coordinateur : Esterel Technologies) : 01/04/2012 à 31/12/2016, partenaires : AREVA, CEA LIST, CRAN, EDF, Esterel Technologies, INRIA, LURPA, Rolls Royce, Telecom Paris, 2,5 M€ dont 310 k€ pour le LURPA.

Contrats financés par des associations caritatives et des fondations (ARC, FMR, FRM, etc.)

10- Post-doctorants et chercheurs seniors accueillis

On précisera ici les faits observables pertinents pour l'évaluation : nombre, financements, etc. On pourra aussi donner une sélection des publications les plus significatives dans ce domaine.

Post-doctorants

- Mohamed Benazouz, post-doctorant de mars 2014 à mai 2016, recruté dans le cadre du projet PIA CONNEXION. Ses travaux ont concerné la conception sous contraintes des architectures de commande des systèmes de production d'énergie ; leurs résultats sont présentés dans l'article *Safety-Level Aware Bin-Packing Heuristic for Automatic Assignment of Power Plants Control Functions*, IEEE Trans. on Automation Science and Engineering, DOI: 10.1109/TASE.2017.2654423), 2017

Chercheurs seniors accueillis

- Redouane Kara, professeur à l'université de Tizi-Ouzou (Algérie), a été accueilli au laboratoire du 5 au 31 janvier 2015, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Saïd Amari (séjour pris en charge par l'ENS Cachan).
- Taous Lechani, enseignante-chercheuse à l'université de Boumerdès (Algérie) (Algérie) a été accueillie au laboratoire du 1^{er} au 15 juillet 2016 (séjour pris en charge par l'université de Boumerdès).
- Marcos Moreira, associate professor à l'Université Fédérale de Rio de Janeiro (Brésil), a été accueilli au laboratoire du 4 septembre 2017 au 8 juillet 2018, dans le cadre d'une coopération scientifique avec Jean-Jacques Lesage (séjour pris en charge par l'UFRJ).

11- Indices de reconnaissance

Prix

- Boussad Addad a obtenu l'un des prix des meilleures thèses du GdR MACS, en avril 2013, pour ses travaux sur l'évaluation analytique du temps de réponse des systèmes de commande en réseau en utilisant l'algèbre (Max,+).

- Pierre-Yves Piriou a obtenu le prix de la meilleure thèse de l'AFIS (Association Française d'Ingénierie Système), en décembre 2016, pour ses travaux sur l'analyse de sûreté de fonctionnement basée sur les modèles des systèmes dynamiques, réparables et reconfigurables.

Distinctions

- Les prix de service de l'IFAC France ont été attribués à J.M. Faure et à J.J. Lesage, respectivement en 2015 et en 2016.

Appartenance à l'IUF

Responsabilités dans des sociétés savantes

- J.M. Faure a été et est Vice-président du comité technique 5.1 de l'IFAC pour les triennums 2011-2014 et 2017-2020.

Invitations à des colloques / congrès à l'étranger

Séjours dans des laboratoires étrangers

II - INTÉRACTION AVEC L'ENVIRONNEMENT, IMPACTS SUR L'ÉCONOMIE, LA SOCIÉTÉ, LA CULTURE, LA SANTÉ

1- Brevets, licences et déclarations d'invention

Brevets déposés

Brevets acceptés

Brevets licenciés

Déclaration d'invention

2- Interactions avec les acteurs socio-économiques

Contrats de R&D avec des industriels

Bourses Cifre

- En partenariat avec EDF R&D, site de Clamart, (09/2009 – 09/2013), pour le financement de la thèse de Pierre-Yves Chauvont dont le sujet était « Apports de la théorie des langages et du model-checking pour l'analyse qualitative d'arbres de défaillance ».
- En partenariat avec EDF R&D, site de Chatou, (02/2010 - 02/2013, pour le financement de la thèse de Thibault Lemattre, dont le sujet était « Allocation de fonctions de commande de systèmes critiques par recherche d'atteignabilité dans un réseau d'automates communicants ».
- En partenariat avec General Electric Digital, du 01/11/2016 au 31/12/2019, pour le financement de la thèse de Yannick Laumonier, dont le sujet est « Apport des modèles et techniques des SED pour la rationalisation des alarmes d'un système de contrôle industriel ».

Créations de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)

Créations d'entreprises, de start-up

3- Activités d'expertise scientifique

Activités de consultant

Participation à des instances d'expertise (type Anses) ou de normalisation

- Expertise réalisée en 2017, par J.-J. Lesage, pour le compte de la Banque Publique d'Investissement (BPI France), dans le domaine du Contrôle/Commande de centrales nucléaires nouvelle génération.

Expertise juridique

4- Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation

5- Produits destinés au grand public

Émissions radio, TV, presse écrite

Produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.

Produits de médiation scientifique

Débats science et société

6- Autres produits propres à une discipline

Créations artistiques théorisées

Mises en scènes

Films

III - IMPLICATION DANS LA FORMATION PAR LA RECHERCHE

1- Produits des activités pédagogiques et didactiques

2- Productions scientifiques (articles, ouvrages, etc.) issues des thèses

3- Efficacité de l'accompagnement des étudiants et qualité de leur encadrement (financement, durée des thèses, taux d'abandon)

On fera une présentation synthétique des résultats obtenus par l'entité de recherche dans ce domaine.

- **Thèses soutenues de 01/01/2013 à 30/06/2018**

Nom du doctorant	Intitulé du mémoire	Encadrement	Financement	Durée de la thèse	Publications
Anna-Paula Estrada-Vargas	Black-Box identification of automated discrete event systems	Jean-Jacques Lesage et Ernesto Lopez-mellado (CINVESTAV Mexique) (Co-directeurs)	CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Mexique)	42 mois	5 articles de revues internationales, 7 articles de conférences internationales
Pierre-Yves Chauv	Formalisation de la cohérence et calcul des séquences de coupe minimales pour les systèmes dynamiques réparables	Jean-Jacques Lesage (Directeur) et Jean-Marc Roussel	CIFRE EDF R&D	43 mois	3 articles de conférences internationales
Thibault Lemattre	Allocation de fonctions de commande de systèmes critiques par recherche d'atteignabilité dans un réseau d'automates communicants	Jean-Marc Faure et Jean-François Pétrin (CRAN) (Co-directeurs), Bruno Denis	CIFRE EDF R&D	42 mois	2 articles de conférences internationales
Damien Aza-Vallina	Analyse de la fiabilité des architectures de commande en réseau à composants multi-modes	Jean-Marc Faure (Directeur), Bruno Denis	CDSN	37 mois	3 articles de conférences internationales, 1 brevet déposé avec EADS en 2012

Nom du doctorant	Intitulé du mémoire	Encadrement	Financement	Durée de la thèse	Publications
Mickaël Danancher	Une approche orientée événements discrets pour la localisation des habitants dans des habitats intelligents basée sur le modèle	Jean-Jacques Lesage et Lothar Litz (Univ. Kaiserslautern) (Co-directeurs)	CDSN	38 mois	1 article de revue internationale, 5 articles de conférences internationales
Anaïs Guignard	Validation fonctionnelle de contrôleurs logiques : contribution au test de conformité et à l'analyse en boucle fermée	Jean-Marc Faure	Projet ANR VACSIM	38 mois	1 article de revue internationale, 3 articles de conférences internationales
Pierre-Antoine Brameret	Calcul des Indicateurs de Sûreté par la Génération Automatique de Chaînes de Markov Partielles	Jean-Marc Roussel et Antoine Rauzy (LIX) (Co-directeurs)	CDSN	34 mois	1 article de revue internationale, 2 articles de conférences internationales
Pierre-Yves Piriou	Contribution à l'analyse de sûreté de fonctionnement basée sur les modèles des systèmes dynamiques, réparables et reconfigurables	Jean-Marc Faure et Jean-Jacques Lesage (Co-directeurs)	Projet Investissements d'Avenir CONNEXION	38 mois	2 articles de revue internationale, 5 articles de conférences internationales
Jérémy Saives	Identification Comportementale "Boîte-noire" des Systèmes à Événements Discrets par Réseaux de Petri Interprétés	Jean-Jacques Lesage (Directeur), Gregory Faraut	CDSN	35 mois	1 article de revue internationale, 2 articles de conférences internationales
Benoît Lebeaupein	Vers un langage de haut niveau pour une ingénierie des exigences agile dans le domaine des systèmes embarqués avioniques	Jean-Marc Roussel et Antoine Rauzy (LGI) (Co-directeurs)	Chaire Blériot-Fabre de CentraleSupélec	40 mois	2 articles de conférences internationales
Kévin Viard	Modelling and Recognition of Human Activities of Daily Living in a Smart Home	Jean-Jacques Lesage et Maria Pia Fanti (Politecnico Bari) (Co-directeurs), Gregory Faraut	CDSN	36 mois	3 articles de conférences internationales

1 abandon : Julien Niguez, thèse débutée au 01/10/2014, financée par une bourse du MENESR et abandonnée au 01/08/2017, le doctorant ayant accepté une offre d'embauche dans une société de services informatiques.

- **Thèses en cours**

Nom du doctorant	Intitulé	Encadrement	Financement	Date de début	Publications
Benjamin Aupetit	Apport de la simulation stochastique de Systèmes de Transitions Gardées pour la sûreté de Fonctionnement	Jean-Marc Roussel et Antoine Rauzy (LGI) (Co-directeurs)	IRT SystemX	01/09/2014	2 articles de conférence internationale
Clément Galetta	Identification active des Systèmes à Événements Discrets	Jean-Marc Faure et Jean-Marc Roussel (Co-directeurs)	Bourse MENESR	01/10/2016	1 article de conférence internationale
Yannick Laumonier	Apport des modèles et techniques des SED pour la rationalisation des alarmes d'un système de contrôle industriel	Jean-Marc Faure et Jean-Jacques Lesage (Co-directeurs)	CIFRE General Electric Digital	01/11/2016	1 article de conférence internationale

4- Suivi des doctorants en liaison avec les écoles doctorales et attention portée à l'insertion professionnelle des docteurs

Suivi des doctorants

- Un séminaire des doctorants est organisé au niveau du laboratoire, chaque année au mois de mai. Les doctorants de première et deuxième année peuvent ainsi présenter leurs résultats intermédiaires ainsi que leurs perspectives de travaux.
- D'autre part, un suivi à mi-parcours est effectué en fin de deuxième année, conformément aux directives de l'ED STIC de l'Université Paris Saclay.

Insertion professionnelle des docteurs

Nom du docteur	Date de soutenance	Situation du docteur après la thèse
Anna-Paula Estrada-Vargas	20/02/2013	Ingénieur dans la société ORACLE à Guadalajara (Mexique)
Pierre-Yves Chaux	15/04/2013	Non connue
Thibault Lemattre	09/07/2013	Ingénieur-chercheur à EDF R&D
Damien Aza-Vallina	7/11/2013	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE
Mickaël Danancher	02/12/2013	Ingénieur R&D dans la société Evolution Energie
Anaïs Guignard	04/12/2014	Ingénieur dans la société Systemel
Pierre-Antoine Brameret	09/07/2015	Ingénieur dans la société Systemel
Pierre-Yves Piriou	27/11/2015	Ingénieur-chercheur à EDF R&D
Jérémy Saives	30/06/2016	Ingénieur dans la société Systemel
Benoît Lebeau-pin	18/12/2017	Ingénieur dans la société Systemel
Kévin Viard	13/07/2018	Professeur agrégé de Sciences Industrielles en CPGE (à partir du 01/09/2018)

Note : Il convient de souligner que tous les docteurs de l'équipe ont obtenu un emploi permanent dès la fin de leur thèse, dans l'enseignement supérieur ou le secteur privé (EDF R&D, Systemel).

5- Labellisation nationale ou internationale des formations (Erasmus mundus p. ex.)

6- Accompagnement des séminaires de doctorants par des chercheurs ; degré de participation des doctorants à la vie de l'entité de recherche

7- Mobilisation des chercheurs dans le montage de formation de niveau master

On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.

- Sous la responsabilité de Jean-Jacques Lesage, l'équipe ISA a mis en place en 2015 le parcours CCSC (Conception et Commande des Systèmes Critiques) du Master ISC (Ingénierie des Systèmes Complexes) de l'Université Paris-Saclay et assure depuis la rentrée 2016/2017 la majorité des enseignements de ce parcours qui est piloté par l'ENS Paris-Saclay et regroupe, outre cet établissement, l'ENSTA et l'Université Versailles - St Quentin.