



HAL
open science

Bilan et perspectives 2019 du département Décision & Optimisation du LAAS-CNRS

Dimitri Peaucelle, Marie-José Huguet, Yannick Pencolé, Christian Artigues, Emmanuel Hébrard, Didier Henrion, Laurent Houssin, Sophie Tarbouriech, Louise Travé-Massuyès, Luca Zaccarian, et al.

► To cite this version:

Dimitri Peaucelle, Marie-José Huguet, Yannick Pencolé, Christian Artigues, Emmanuel Hébrard, et al.. Bilan et perspectives 2019 du département Décision & Optimisation du LAAS-CNRS. 2019. <hal-02295816>

HAL Id: hal-02295816

<https://laas.hal.science/hal-02295816v1>

Submitted on 24 Sep 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Bilan et perspectives 2019
du département Décision & Optimisation du LAAS-CNRS

D. Peaucelle,

M.J. Huguet, Y. Pencolé,

C. Artigues, E. Hébrard, D. Henrion, L. Houssin,
S. Tarbouriech, L. Travé-Massuyès, L. Zaccarian,

C. Albea-Sanchez, L. Baudouin, E. Chanthery, F. Gouaisbaut,
E. Le Corronc, C. Louembet, S. Ngueveu, I. Queinnec, P. Ribot, A. Seuret,

C. Briand, M. Combacau, B. Dahhou, P. Esquirol, S. Fergani, D. Fournier-Prunaret,
G. Garcia, C. Jaubertie, M. Joldes, M. Korda, J.B. Lasserre, F. Le Gall, M.V. Le Lann,
P. Lopez, V. Magron, V. Mahout, J. Moncel, G. Roux, M. Siala, A. Subias, A. Tanwani

Ce document rassemble les contributions fournies par le département Décision et optimisation pour la production du rapport de bilan et prospectives du LAAS-CNRS en vue de son évaluation à vague en 2019.

Résumé de l'activité du département

Le département mène des activités de recherche théoriques et méthodologiques pour la conception de lois mathématiques et de techniques algorithmiques servant à la commande et à la décision. Les trois équipes composant le département couvrent une variété de champs disciplinaires de l'automatique et de l'informatique. Elles partagent certaines particularités comme : être centrées sur des classes de modèles représentant des réalités physiques, fonctionnelles ou organisationnelles que l'on souhaite piloter ; proposer des outils théoriques pour l'analyse des propriétés et performances atteignables ou atteintes ; adosser ces résultats à des méthodes de conception de lois de commandes, de diagnostic ou d'optimisation ; illustrer les résultats sur des exemples d'applications fournis par des partenaires extérieurs qui dans l'échange alimentent les équipes en problématiques nouvelles.

Mots-clés (issus des sections du Comité national de la recherche scientifique)

S6 Intelligence artificielle : Représentation des connaissances, formalisation des raisonnements ; Acquisition des connaissances, apprentissage ; Systèmes multi-agents

S6 Calcul arithmétique et formel, codage et cryptologie : Arithmétique des ordinateurs, calcul formel, calcul certifié

S6 Aide à la décision et recherche opérationnelle : Optimisation, programmation mathématique, satisfaction de contraintes ; Décision, choix social, théorie algorithmique des jeux ; Ordonnancement, systèmes de production, logistique

S6 Algorithmique, combinatoire : algorithmique des graphes, théorie des graphes

S7 Automatique : modélisation, analyse, observation, identification, commande, optimisation, prédiction, diagnostic, surveillance, supervision, sûreté de fonctionnement ; systèmes dynamiques continus, discrets, hybrides, en réseau, cyber-physiques, multi-agents

S41 Théorie du contrôle et optimisation

Table des matières

1	Présentation globale	5
1.1	Objectifs / positionnement du département	5
1.1.1	DO - Décision et Optimisation	5
1.1.2	DISCO - Diagnostic, Supervision et CONduite	6
1.1.3	ROC - Recherche Opérationnelle, Optimisation Combinatoire et Contraintes	7
1.1.4	MAC - Méthodes et Algorithmes en Commande	8
1.2	Vie du département	10
1.3	Faits marquants inter-équipes / inter-départements	11
2	Thématiques scientifiques	13
2.1	Certificats	13
2.2	Hierarchies	16
2.3	Gestion des incertitudes	18
2.4	Méthodes Computationnelles	20
2.5	Codes et applications	24
3	Prospectives	27
3.1	Reconduction du département	27
3.2	Décision, optimisation et apprentissage	29
3.3	Systèmes hétérogènes hybrides	31
3.4	Démonstrateurs	32
4	Annexe	33
4.1	Production de connaissances	33
4.1.1	Articles scientifiques	33
4.1.2	Produits et outils informatiques	33
4.1.3	Développements instrumentaux et méthodologiques	34
4.1.4	Activités éditoriales	34
4.1.5	Activités d'évaluation	35
4.1.6	Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives	38
4.1.7	Post-doctorants et chercheurs seniors accueillis	40
4.1.8	Indices de reconnaissance	41

4.2	Intégration avec l'environnement	46
4.2.1	Brevets, licences et déclarations d'invention	46
4.2.2	Activités d'expertise scientifique	47
4.3	Formation par la recherche	49
4.3.1	Produits des activités pédagogiques et didactiques	49
4.3.2	Formation	51

Chapitre 1

Présentation globale

1.1 Objectifs / positionnement du département

1.1.1 DO - Décision et Optimisation

Présentation du département

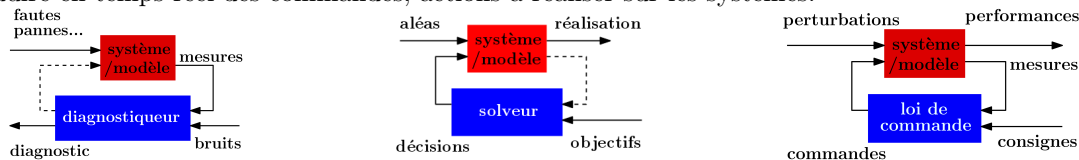
Les membres du département s'inscrivent dans une démarche scientifique commune tout en étant dans des champs disciplinaires distincts de l'automatique et de l'informatique. Nos activités supposent qu'il y a une certaine réalité qui soit physique, logicielle ou organisationnelle, pour laquelle nos méthodes visent à produire des outils de commande ou de décision. Cependant, le vocabulaire n'est pas toujours compris par tous avec le même sens, et certains concepts centraux pour certains ne le sont pas pour d'autres. La notion de "système" est ainsi commune aux chercheurs et enseignants-chercheurs relevant de l'automatique (section 07) mais pas ou peu pour ceux relevant de l'intelligence artificielle et de la recherche opérationnelle (section 06).

Dans la suite de cette présentation du département, nous exposons les activités de chacune des trois équipes qui le constituent de façon à préciser les disciplines couvertes et leurs spécificités au regard du contexte national et international. Nous faisons le choix de présenter dans l'ordre les équipes DISCO, ROC puis MAC.

DISCO, dont la focale principale est le diagnostic, se positionne dans le cadre du raisonnement abductif qui, à base de modèles sur les systèmes et de mesures, vise à déduire des connaissances sur les procédés, et en particulier sur les fautes et les défauts.

ROC, dont la focale principale est l'optimisation combinatoire se positionne dans le cadre du raisonnement déductif qui, supposant un modèle idéal des contraintes, produit des ensembles de décisions cohérentes à réaliser permettant de minimiser/maximiser une fonction objectif.

MAC, dont la focale principale est la commande en boucle fermée, vise la conception de lois utilisant les mesures pour produire en temps réel des commandes, actions à réaliser sur les systèmes.



A noter que le principe de la boucle fermée se retrouve également dans les activités de DISCO dans le cas de re-planification d'expériences pour affiner les diagnostics, ou encore dans celles de l'équipe ROC dans le cadre de la mise à jour des décisions pour tenir compte d'erreurs dues aux aléas et incertitudes. On retrouve dans cet énoncé la propriété intrinsèque de robustesse de la boucle fermée quand elle est convenablement conçue.

Dans la section 2 de ce chapitre dédiée au département, nous avons fait le choix de présenter des points forts et communs aux trois équipes sous un angle méthodologique. Nous présentons cinq "thématiques" qui à nos yeux illustrent la démarche scientifique que nous avons en commun. Ces cinq thématiques sont intitulées

certificats, hiérarchies, gestion des incertitudes, méthodes computationnelles et codes et applications. Elles décrivent un continuum allant des résultats théoriques jusqu'aux produits sous forme de codes informatiques. La plupart des contributions scientifiques de DO émergent à plus d'une de ces cinq thématiques. Nous visons en effet à associer systématiquement des outils algorithmiques ou numériques efficaces pour les problèmes abordés dans leur grande généralité. Et inversement, les résultats théoriques sont formulés de telle sorte que des outils, principalement d'optimisation, puissent y être associés. La théorie est envisagée dans la mesure où elle conduit à des solutions pratiques pour des applications issues de collaborations avec des partenaires, industriels ou autres.

1.1.2 DISCO - Diagnostic, Supervision et Conduite

L'objectif de l'équipe DISCO est de développer une recherche méthodologique à large spectre dans le domaine du diagnostic. Cette équipe dont les compétences scientifiques sont aux frontières de l'automatique et l'intelligence artificielle a pour objet d'étude un raisonnement de type abductif qui est appliqué à une large variété de classes de systèmes (systèmes statiques, systèmes dynamiques : de nature discrète, continue ou hybride). Le principe fondamental d'un processus de diagnostic est de confronter l'observation incertaine ou non d'un système réel (mesures bruitées, alarmes, messages, tests) à la connaissance disponible de ce système (modèles incertains ou non) en vue d'établir un état de santé. Cette recherche est motivée par le fait que le diagnostic est crucial en vue d'améliorer, entre autres, la sûreté, la résilience et la maintenabilité des systèmes. Les activités de DISCO pour mener cette recherche peuvent se décliner en trois types :

1. l'étude formelle de **propriétés relatives au diagnostic** (diagnosticabilité, identifiabilité,...) dans les systèmes dynamiques (discrets, continus, hybrides) ;
2. le développement de méthodes et d'algorithmes de diagnostic (**diagnostiqueurs**) sur les classes de systèmes étudiés avec la production de logiciels et de démonstrateurs ;
3. l'étude d'**applications** particulières en partenariat notamment avec des industriels (aéronautique, agriculture, automobile, médecine, spatial).

L'équipe DISCO contribue à toute la chaîne du processus de diagnostic. L'une des premières problématiques est l'acquisition des modèles pour le diagnostic. Cette problématique est abordée en développant des méthodes de type **apprentissage automatique**. DISCO développe en particulier des méthodes de classification statique qui permettent d'extraire des indicateurs (normal, anormal, sain, malade, etc) sur des systèmes de type populations d'individus soit par des techniques exploitant de la logique floue [4] soit par des techniques à base de réseaux de neurones. Une méthode de classification dynamique offre quant à elle, la possibilité d'apprendre des états de comportement dynamiques et de détecter des changements entre ces états en détectant également des états nouveaux [104]. DISCO contribue également à l'apprentissage automatique de modèles temporels (type chroniques) en exploitant des techniques de **foilles de données temporelles** sur des logs de systèmes afin de découvrir des classes de fonctionnements temporellement discriminables [132].

Que les modèles soient obtenus par apprentissage automatique ou par expertise, le développement d'une méthode de diagnostic efficace et performante nécessite des **analyses du modèle** du système au préalable. La performance d'une méthode de diagnostic repose non seulement sur la qualité des modèles mais également sur la capacité de mesures et sur la structure du système. Sur la période, DISCO a proposé des méthodes pour la vérification de la diagnosticabilité de systèmes (discret [30], continu, hybride) par la mise en évidence ou non de paires critiques (certificats) dont la non-existence garantit qu'il sera toujours possible en temps fini de fournir un diagnostic unique (méthodes par model-checking, par transformations en problème d'identifiabilité). Des travaux sur l'analyse de sensibilité dans les systèmes continus proposent également de définir des conditions expérimentales qui garantissent la sensibilisation aux défauts [48]. Des analyses structurelles de tels systèmes ont également été proposées afin de définir au préalable des tests de diagnostic pertinents, de sélectionner des capteurs discriminants ou de décentraliser les algorithmes de diagnostic [133].

La synthèse de diagnostiqueurs (algorithmes de diagnostic) repose sur l'existence d'un modèle, d'un flot d'observations et d'un niveau d'objectif fonction de la connaissance issue du modèle. L'objectif de base est l'**estimation d'états** du système. L'une des difficultés de cette estimation est la gestion des différentes sources d'incertitudes. Des contributions exploitent notamment le calcul ensembliste (intervalles, ellipsoïdes, zonotopes) pour le suivi d'états sur les systèmes continus [49, 134, 120] et hybrides (atteignabilité) [15] et intègrent également des sources d'incertitudes statistiques (filtre de Kalman par intervalles [121]). Le deuxième niveau d'objectif est la **localisa-**

tion de défauts dans le système. De telles techniques de localisation ont été proposées au cours de la période : stratégie pour la localisation dans des circuits logiques [90], exploitation de la théorie de la résiduation de l'algèbre $(max, +)$ sur des systèmes à événements discrets temporisés. Le troisième niveau d'objectif est l'**identification de défauts** (modèle de faute disponible). Ce problème de diagnostic est quant à lui abordé sur tous les types de systèmes : diagnostic par model-checking sur des réseaux de Petri (model-checking), observateurs non-linéaires [31] et exploitation d'expressions de redondances analytiques sur des systèmes continus/hybrides [5], prise en compte d'incertitudes bornées et mixtes [49], méthodes distribuées de diagnostic. Enfin, des travaux sur la synthèse de plans et de commandes prenant en compte des défauts (commande tolérante aux fautes) ou servant à raffiner un diagnostic (diagnostic actif) ont été développés au cours de la période.

Le dernier pan des problématiques étudiées par DISCO concerne l'intégration des méthodes de diagnostic avec des méthodes de pronostic de vieillissement en vue d'améliorer la maintenance prévisionnelle des systèmes. L'objectif est de fournir un diagnostic de dégradation (stress courant) qui alimente un modèle de vieillissement des équipements de systèmes en vue de déterminer la durée de vie résiduelle du système. Afin d'étudier cette intégration, une modélisation des prérequis d'un bon modèle de vieillissement a été proposée. Un cadre formel reposant sur des Réseaux de Petri Hybrides Particulaires intégrant diagnostic et pronostic a été développé et mis en œuvre [6]. Une autre technique de couplage diagnostic/pronostic s'appuie sur du calcul ensembliste [105].

1.1.3 ROC - Recherche Opérationnelle, Optimisation Combinatoire et Contraintes

Les travaux menés dans l'équipe ROC se focalisent principalement sur la résolution de problèmes d'optimisation combinatoire. Parmi les problèmes combinatoires académiques étudiés, une attention particulière est portée aux problèmes d'ordonnancement sous contraintes de ressources, aux problèmes de tournées de véhicules, aux problèmes de codes identifiants dans les graphes ou de jeux combinatoires. Une spécificité de l'équipe ROC est de combiner des approches venant des domaines de la Recherche Opérationnelle et de l'Intelligence Artificielle, plus particulièrement de la programmation linéaire en nombres entiers ou mixtes (PLNE) de la programmation par contraintes (PPC) et de la satisfiabilité (SAT). Les thématiques de recherche de l'équipe ROC visent :

- à déterminer des **propriétés structurelles** de différentes familles de problèmes combinatoires fondamentaux. Pour cela l'équipe propose des résultats originaux de complexité et de complexité paramétrée, des études d'approximabilité [64, 16, 17, 18, 2, 92, 166], d'identification de classes traitables ou de caractérisation de noyaux d'un problème pour la propagation [136, 125, 113, 114, 115, 93], des nouvelles formulations, compactes ou étendues, ou de nouvelles inégalités valides en PLNE [34, 19, 158], des approximations à garantie pour des problèmes continus non convexes par des PLNE [51] la caractérisation de codes identifiants dans des graphes ou l'établissement de propriétés pour des jeux combinatoires [163, 164].
- à concevoir et à évaluer de nouvelles **approches de résolution génériques** pour faire face à l'explosion combinatoire des espaces de solution explorés. L'équipe propose d'une part de nouvelles méthodes de type Branch-and-Bound, Branch-and-Cut, de décomposition (Génération de Colonnes, Branch-and-Price, Benders) [35, 36, 137, 157] ou des nouveaux algorithmes de propagation de contraintes globales [8, 8, 116, 94]. Elle propose d'autre part de nouvelles méthodes hybrides combinant génération de colonnes et génération de coupes, Branch-and-Bound et programmation par contraintes [19, 35, 195] ou combinant programmation par contraintes avec des techniques d'apprentissage de clauses [106, 95, 138, 139] L'équipe développe également des modèles d'optimisation pour des problèmes spécifiques [65, 107, 108] ou des méthodes de type programmation dynamique, heuristique, matheuristique ou métaheuristique [39, 9, 126, 153].

Les propriétés, modèles et méthodes proposés concernent en premier lieu les problèmes d'optimisation combinatoire dans leur version déterministe et centralisée. Dans une volonté d'extension des résultats proposés, l'équipe considère également différents contextes d'optimisation :

Optimisation multi-agent : dans ce contexte la connaissance du problème et/ou la prise de décision sont supposées distribuées entre différents agents. Les travaux de l'équipe ROC se sont intéressés, d'une part à la caractérisation de solutions stables au sens de l'équilibre de Nash et efficaces par rapport à une fonction objectif via des modèles de PLNE [10, 96]. D'autre part, les travaux menés (en collaboration avec l'équipe TSF du LAAS) ont permis de développer des méthodes hybrides intégrant du calcul distribué sécurisé (calcul multi-parti sécurisé) et des techniques classiques d'optimisation pour des applications de covoiturage [21].

Optimisation multi-objectif : que ce soit dans un contexte mono ou multi-agent, l'équipe ROC s'intéresse à la résolution de problèmes combinatoires pour lesquels plusieurs objectifs doivent être optimisés simultanément. En s'appuyant sur le concept de dominance de Pareto, l'équipe ROC développe des méthodes multi-objectif (Génération de Colonnes, Branch-and-Price, Métaheuristiques) visant à caractériser de manière exacte ou approchées l'ensemble du front de Pareto [9, 137].

Optimisation sous incertitudes : les paramètres d'un problème d'optimisation peuvent être sujets à des incertitudes de tout ordre. Les problèmes d'ordonnancement sous incertitudes ont été plus particulièrement étudiés dans l'équipe en considérant différents modèles d'incertitudes (intervalles, liste de scénarios ou incertitudes polyédrales) et ont conduit à des contributions en optimisation robuste [52]. L'équipe ROC a également mené des travaux sur la gestion des incertitudes dans un contexte dynamique en proposant des méthodes flexibles de résolution [97] ou des méthodes permettant de restaurer des solutions réalisables [64].

L'équipe cherche à confronter ses contributions au monde réel via des applications à divers secteurs. En complément des applications traditionnelles de l'équipe ROC dans le domaine de la production de biens ou de services ou dans celui des transports et mobilité, de nombreux travaux méthodologiques ou collaborations partenariales ont concerné les domaines de l'énergie, du spatial ainsi que la robotique sur des problèmes d'apprentissage.

Optimisation et gestion de l'énergie : l'équipe a mené des travaux pour la maximisation de l'autonomie de véhicules hybrides intégrant plusieurs sources d'énergie et des éléments de stockage [199] ; la gestion de ressources énergétiques complexes [196] ; l'ordonnancement d'ateliers ou la planification de tournées avec optimisation de la consommation énergétique des véhicules d'approvisionnement [193] ; la planification de tâches de calcul avec optimisation de l'utilisation de sources multiples de production d'énergie et de stockage (en liaison avec l'axe Energie du LAAS) [19].

Optimisation pour le spatial : l'équipe s'est intéressée à la résolution de problèmes d'allocation de fréquences pour des satellites de télécommunication multifaisceaux [117] ; de planification d'expérimentations pour des missions d'exploration avec des ressources de capacité limitée ou pour des satellites agiles d'observation [8, 9] ; de planification de vidage d'images de satellites d'observation intégrant des incertitudes sur le volume des données [97] ; de dimensionnement de systèmes satellitaires d'observation dans un contexte de communications optiques engendrant des incertitudes sur la visibilité des stations sol [126] ; de commande optimale pour le guidage ou le rendez-vous spatial [65].

Optimisation pour l'Apprentissage : dans le contexte de la vision par ordinateur et en collaboration avec l'équipe RAP du LAAS, l'équipe ROC a développé des travaux pour la détection et de la ré-identification de personnes. L'originalité des travaux est de proposer des méthodes d'optimisation combinatoire combinées à des méthodes d'apprentissage afin de minimiser les coûts de traitement de la classification en complément de la qualité d'apprentissage ou d'intégrer des contraintes sur les trajets effectués par les individus à identifier [140, 188].

1.1.4 MAC - Méthodes et Algorithmes en Commande

L'équipe MAC effectue des recherches principalement en Automatique des systèmes dynamiques en interaction forte avec les mathématiques appliquées, notamment en optimisation. L'objectif principal est la synthèse de lois de commande et il s'appuie sur des résultats d'analyse qui, pour une loi de commande donnée, permettent de caractériser les performances de la boucle fermée. L'équipe MAC aborde ces questions d'un point de vue fondamental, c'est à dire sans se focaliser a priori sur des systèmes particuliers. Ceci n'empêche nullement les membres de l'équipe de s'intéresser à des applications d'autant que les résultats produits par l'équipe se veulent constructifs. La démarche vise à produire des résultats théoriques adossés à des méthodes numériques, principalement issues de l'optimisation, que l'on souhaite les plus efficaces, robustes et précis possible.

Dans la suite nous détaillons les activités de MAC par le prisme de quatre éléments clés : les classes de **systèmes** étudiés, les classes de **lois de commande**, les **objectifs** de commande et les **méthodes** proposées pour répondre aux problèmes ainsi posés. Ce dernier volet est présenté succinctement car repris avec plus de détails dans la section suivante dédiée à la présentation thématique du département.

Systèmes S'il arrive aux membres de l'équipe MAC de produire des résultats théoriques pour les systèmes non-linéaires généraux [142], ils s'intéressent la plupart du temps, dans le but d'obtenir des méthodes constructives, à des classes de systèmes particuliers, le plus souvent **linéaires avec des complications**. Les sources de ces complications sont diverses. Elles peuvent être dues à la physique des procédés étudiés : non-linéarités spécifiques par exemple pour étudier l'attitude de corps dans l'espace [208] [127] ; non-linéarités de type saturations [22] [167], backlash [53], etc. dues aux limitations physiques des états ou des entrées ; actionnement à commutation dans le cas de convertisseurs électriques [109] ; équations aux dérivées partielles pour les dynamiques de fluides ou de structures flexibles [179] [81] [54], systèmes positifs dans le cas de réseaux d'agents de faible complexité [45]. Elles peuvent venir du processus de modélisation mathématique tel que conduisant à des équations polynomiales [46], à des représentations par mesures d'occupation [98], à des équations algébro-différentielles [110] [178], des modèles hybrides en temps continu et discret [24]. Elles prennent leur source également dans l'inévitable méconnaissance dans les paramètres des systèmes conduisant à des modèles avec incertitudes du type bornée-en-norme [82] [209], ou polytopiques [84]. Ces incertitudes qui portent traditionnellement sur les paramètres des modèles s'appliquent également de façon similaire aux performances entrées/sorties ou encore au lien entre conditions initiales (inconnues dans un domaine) et conditions finales [178]. A noter également l'évolution ces dernières années de représentations déterministes des incertitudes à une prise en compte d'aspects probabilistes, évolution détaillée dans la section 2.3. Finalement, les complications viennent également de la modélisation des échanges d'information au sein des systèmes cyber-physiques, à savoir des retards [55] [72], la quantification des données en espace [170] [213] et en temps [83] [22].

Lois de commande L'activité de MAC vise principalement la synthèse de lois de commande en boucle fermée et leur étude. Pour autant, certaines activités concernent également la synthèse de lois de type boucle ouverte telles que des observateurs [66] [213] et estimateurs [99] d'une part, et la synthèse de commandes optimales [205] d'autre part. Ces résultats sont souvent avec des visées de commande en boucle fermée telles que dans le cadre d'une combinaison entre retour d'état et observateurs [40] ou dans une mise à jour répétée de la commande optimale comme en commande prédictive [143] [202]. Les lois de commande héritent très souvent des caractéristiques des systèmes considérés : commande EDP pour les systèmes EDP [144], anti-windup avec le modèle de saturation pour les systèmes à entrées saturées [78] [78], etc. Cependant nous étudions également avec intérêt deux orientations : des commandes plus simples que le modèle du système mais plus aisément réalisables (retours de sortie statique [69] [145], commandes EDO pour des systèmes EDP [54], commandes décentralisées pour des systèmes multi-agents [128], commandes à valeurs dans un ensemble fini [146] [213]) ; les commandes plus complexes que les modèles du système mais permettant d'améliorer les performances (commandes hybrides pour améliorer les transitoires [147] [24], commandes adaptatives pour une amélioration de la robustesse [207], commandes événementielles pour réduire la quantité d'actionnement [111] [213]).

Propriétés et objectifs Pour l'ensemble des systèmes en boucle ouverte ou en boucle fermée, MAC s'intéresse à prouver l'existence de solutions (problèmes bien posés), les propriétés asymptotiques (stabilité, consensus, synchronisation), ainsi que les propriétés sur les transitoires (performances). Les questions de bien posé se retrouvent en particulier dans les études sur les systèmes descripteurs (équations algébro-différentielles) pour lesquelles il importe d'analyser les effets de modes impulsifs [110], dans les études sur les systèmes à commutations pour lesquels les dérivées de l'état n'ont pas de définition univoque et sont définies par des inclusions différentielles [142], dans les études sur les systèmes hybrides avec en particulier les éventuels phénomènes de type Zeno [173], ou encore dans les études des systèmes décrits par des équations aux dérivées partielles pour lesquels la recherche et l'existence de solutions dépendent des conditions aux bords [179]. Les propriétés asymptotiques sont traditionnellement la stabilité asymptotique des points d'équilibres, mais aussi la convergence à des domaines invariants (stabilité pratique) dans le cadre de systèmes et commandes non-linéaires [109] [207], et se formulent comme des problèmes de consensus [100] ou de synchronisation [210] [210] dans le cadre des systèmes multi-agents. Les performances des transitoires sont traditionnellement en termes de temps de convergence et de types de convergences (oscillations [78], dépassements), en termes de performances entrées/sorties du type stabilité entrée-état (ISS) [129], normes induites [207] et extensions de celles-ci, mais également en termes de commande optimale [80] [101], ou de son problème inverse [162] [37].

Méthodologie Chacune des complications impliquée dans la modélisation des procédés ou dans leur système de commande prise individuellement est un champ de recherche en soi. Une des caractéristiques de l'équipe MAC

est de procurer des **méthodologies aux fondements communs** pour ces diverses complications, méthodologies empruntant fortement à l'optimisation convexe, en programmation semi-définie en particulier. De ce fait, il est envisageable d'aborder l'étude des systèmes complexes où, par leur nombre (systèmes multi-agents par exemple) ou bien par leur diversité (saturés et incertains, hybrides et à retards, etc.), les complications se combinent et s'entrelacent. Le nombre de publications conjointes entre les membres de MAC, chacun plus expert de certaines complications, illustre ce travail pour résoudre, au moins partiellement, la complexité inhérente aux applications réelles. Ces méthodologies communes sont plus précisément détaillées dans la section 2, à savoir : la recherche de certificats prouvant les propriétés des systèmes, mais aussi prouvant des propriétés des méthodes numériques ; des hiérarchies de relaxations qui ne se limitent pas uniquement aux hiérarchies Moment-SOS [148] ; la prise en compte d'incertitudes à tous les niveaux du processus, de la modélisation au calcul de solutions ; la proposition d'algorithmes originaux tant en termes de nouvelles lois de commande qu'en termes d'outils de calcul des paramètres de ces lois ; la production de codes informatiques servant à la validation des concepts et allant jusqu'à l'application de ceux-ci sur des applications concrètes.

1.2 Vie du département

Conseils scientifiques L'équipe de recherche est l'unité de travail opérationnelle du laboratoire. De ce fait la vie scientifique du département est principalement celle de chacune des équipes DISCO, MAC et ROC avec une gestion des budgets par les responsables d'équipe, des séminaires d'équipe, etc. Chaque équipe réunit un conseil scientifique à un rythme d'une fois par mois environ auquel est convié l'ensemble des membres, doctorants y compris. Le département a pour rôle de coordonner les réponses aux sollicitations extérieures des trois équipes et de transmettre les informations entre la direction du laboratoire et les équipes. Cela se fait au travers de réunions régulières entre les responsables d'équipe dans le cadre du bureau du département (environ deux fois par mois) et à l'occasion du conseil scientifique du département qui comprend au 1er janvier 2019 les membres suivants (en plus des responsables d'équipe) : Pauline Ribot, Louise Travé-Massuyès pour DISCO, Lucie Baudouin, Christophe Louembet pour MAC, Christian Artigues, Emmanuel Hébrard pour ROC. Le conseil scientifique est parfois élargi à l'ensemble des permanents du département comme ce fut régulièrement le cas dans le cadre de la préparation de ce rapport.

Séminaires Le nombre de séminaires organisés par les équipes du département est évalué entre 25 et 30 par an, et sont en grande majorité à l'occasion de visites de collègues de l'étranger et de laboratoires français. En complément de cela, le département mène une politique d'animation scientifique transverse caractérisée par des invitations et des séminaires financés par le budget du département. Au total sur la période ce sont 20 intervenants extérieurs qui ont donné des exposés sur des thématiques jugées comme interdisciplinaires, leur séjour était financé par la dotation attribuée au département pour son animation scientifique. Christophe Louembet assurait l'organisation de ces séminaires de 2014 à fin 2016. Cette responsabilité a été reprise par Carine Jauberthie. Les séminaires sont décidés collégalement à l'occasion de conseils scientifiques du département.

Responsabilités Cette dernière période quinquennale a été marquée par des renouvellements de responsabilité des équipes et de direction du département. Yannick Pencolé est devenu responsable de DISCO en janvier 2016 en remplacement de Louise Travé-Massuyès. Denis Arzelier a transmis la responsabilité de MAC au 1er janvier 2015 à Didier Henrion, auquel Dimitri Peaucelle a succédé au premier janvier 2018. Marie-José Huguet a pris la relève de Christian Artigues pour la responsabilité de ROC au premier janvier 2018. Le département, anciennement "thème DO", était dirigé par Denis Arzelier en 2014. La direction a été reprise de façon intérimaire par Didier Henrion quand le thème est devenu département DO fin 2015, puis par Isabelle Queinnec en avril 2016 et finalement par Dimitri Peaucelle en décembre 2018. Ces changements sont guidés par le souhait d'un renouvellement régulier des responsabilités (remise en cause des pratiques, partage des charges administratives), mais aussi parfois du fait de difficultés de coordination au sein des équipes ou du département.

Effectifs Les effectifs du département ont évolué avec 8 entrants et 9 départs.

- Arrivée de jeunes chercheurs : Soheib Fergani (équipe DISCO, concours Maître de Conférences UPS, 2016), Aneel Tanwani (équipe MAC, concours CNRS, 2016), Mohamed Siala (équipe ROC, concours Maître de

- Conférences INSA, 2018), Milan Korda (équipe MAC, concours CNRS 2018), Victor Magron (équipe MAC, mobilité CNRS, 2019);
- Nouvelles coopérations durables sous forme de chercheurs affiliés : Alain Hait (équipe ROC, Professeur ISAE-SupAéro, 2015), Aude Rondepierre (équipe ROC, Maître de Conférences INSA, 2017), Fabien Delmond (équipe DISCO, Agrégé de Physique au Lycée Bellevue, 2015);
- Fin d’affiliation : Félix Mora-Camino (équipe DISCO, professeur ENAC, 2015), Alain Théron (équipe MAC, enseignant au Lycée Pierre de Fermat, 2015); José Aguilar Martin (équipe DISCO, DR CNRS, fin d’éméritat en 2015), Bernard Pradin (équipe MAC, professeur INSA, fin d’éméritat en 2015);
- Mobilités internes au LAAS : Andrei Doncescu (de l’équipe DISCO à l’équipe MH2F, 2015), Denis Arzelier (de l’équipe MAC à l’équipe ROC, 2016);
- Départs : Colette Mercé (équipe ROC, Professeur INSA, retraitée en 2015); Jean-Louis Calvet (équipe MAC, professeur UPS, retraité en 2015), Nicolas Jozefowicz (équipe ROC, recruté sur un poste de Professeur à l’Université de Lorraine, 2017), Danièle Fournier-Prunaret (équipe MAC, Professeur INSA, retraitée en 2019).

A ces évolutions d’effectif s’ajoutent la venue de 11 chercheurs pour des mobilités de plus de 4 mois dans le département (voir Annexe).

Stages La vie scientifique du département se décline également par l’accueil de stagiaires (129 stagiaires accueillis sur la période), principalement de niveau Master 2. A noter que le département a de plus une politique de financement de stages sur ses dotations pour le ressourcement. Ces stages sont inter-équipes (pas nécessairement au sein du département) et leur financement est décidé par le conseil scientifique de département. Cette politique a été mise en place en 2016 et a permis le financement de 7 stages, 4 entre DISCO et MAC, 2 entre DISCO et ROC, 1 entre ROC et RAP (département Robotique).

1.3 Faits marquants inter-équipes / inter-départements

20th IFAC World Congress - 9-14 July 2017 L’organisation de ce congrès mondial a occupé une grande part des membres du département sur l’année 2016-2017 et pour certains depuis 2009 (voir organisation de colloques dans l’annexe). La réussite de cet événement qui a rassemblé plus de 3000 participants est une réussite collective marquante. Le bilan est disponible sur le site www.ifac2017.org.

Workshops conjoints LAAS-IMT Le département DO est à l’origine, pour le LAAS, des séminaires annuels où des collègues mathématiciens de l’Institut de Mathématiques de Toulouse (IMT) présentent conjointement avec des membres du LAAS. L’objectif est d’échanger sur des thématiques communes. Le séminaire de 2016 était organisé par Didier Henrion (LAAS) et Serban Belinschi (IMT), au LAAS. Le séminaire de 2017 était organisé par Didier Henrion et Gersende Fort (IMT), à l’IMT. Le séminaire de 2018 était organisé par Didier Henrion et Aude Rondepierre (IMT), au LAAS.

En complément, le département DO a également été impliqué en 2018 dans des événements du Labex CIMI : Master Class in Hybrid Methods for Combinatorial/Mixed Optimization, organisé par Christian Artigues en juin 2018 et en septembre 2018; une école d’été de Contrôle Optimal Numérique, organisée par Didier Henrion. Ces différentes actions se concrétisent en 2019 par le projet de renouvellement du Labex CIMI2 qui outre l’IMT et l’IRIT inclut pour ce renouvellement le LAAS et, entre autres, les aspects contrôle et optimisation du département DO.

Workshops DO Outre les workshops LAAS-IMT, le département DO organise également des séminaires sur des thématiques couvrant les intérêts de plusieurs équipes. Ces séminaires sont l’occasion de faire venir des collègues de France (7 intervenants sur la période), ou de l’étranger (13 sur la période) avec l’objectif de nouer de nouveaux contacts. L’organisation des séminaires est confiée à Carine Jauberthie. Le programme est disponible sur la page dédiée du département.

LIA MIRC Louise Travé-Massuyès est porteuse d’un projet de laboratoire international associé avec la Colombie intitulé Micro-Grid International Research Center, MIRC pour Microgrids International Research Center.

Il concerne le domaine scientifique des micro-réseaux à fort taux d'énergie renouvelable et est focalisé sur plusieurs aspects de leur conception, en lien avec les spécificités propres à la France et à la Colombie. Ce projet de LIA implique des collègues des trois équipes du département DO mais également les équipes ISGE et SARA du LAAS, quatre équipes au LAPLACE ainsi que cinq universités en Colombie (U des Andes (Bogotá); U Pontificale Javeriana (Bogotá); U d'Ibagué (Ibague); U de Nariño (Nariño); U de Rosario (Rosario)). Au total ce sont 31 chercheurs et enseignants-chercheurs des domaines du Génie Électrique et de l'Automatique qui sont impliqués ainsi que 4 chercheurs du domaine des SHS pour les aspects économiques et impacts sociaux. Ce LIA devait être officiellement lancé cet été 2019, mais il est finalement annulé pour des raisons inconnues dans sa dernière étape de validation par les autorités compétentes.

Responsabilités La période 2014-2019 se caractérise par une importante activité d'administration/animation de la recherche pour les membres du département. Sans que ce soit une politique délibérée, cela marque un engagement au service des communautés de recherche, engagement largement partagé au sein du département. On note ainsi des prises de responsabilité au sein du LAAS (organisation des "Research & Technology days", participation active aux axes Énergie et Espace, conseil de laboratoire, conseil des doctorants, fête de la science, Commission enseignement-recherche), sur le site Toulousain (montage du projet de Labex CIMI2, séminaires LAAS-IMT, montage du LIA MIRC avec le LAPLACE), en France (Direction du GdR MACS, du GdR RO, membres élus au Comité national de la recherche scientifique, membres du CNU) mais également à un niveau international (GdRI DELSYS, engagement dans l'ACP (Association for constraint programming), implication à l'IEEE y compris au Board of Governors, participation au travail international de l'IFAC au sein de task forces et des comités techniques...). Le détail de ces nombreuses implications est donné dans l'annexe.

Chapitre 2

Thématiques scientifiques

2.1 Certificats

Définition

Dans les processus de prise de décision et d'optimisation, l'objectif principal réside dans la capacité à garantir des propriétés (stabilité, performance, robustesse, sécurité, tolérance, convergence d'algorithme, borne minimisée sur les erreurs de calculs, ...) qui sont difficiles, voire impossible à satisfaire directement ou analytiquement. La démarche scientifique dans le périmètre du département DO consiste à développer des moyens indirects qui vont permettre de garantir la propriété souhaitée ou au moins un avatar de celle-ci suffisamment représentatif. Ces moyens peuvent se regrouper sous la terminologie "certificat" : outil mathématique ou algorithmique pour garantir une propriété ou une borne sur une propriété.

Dans ce qui suit nous proposons une articulation des différents travaux menés par DO suivant les propriétés à certifier : certificats de solutions (existence/caractérisation) ; certificats de propriétés asymptotiques (stabilité et autres) ; certificats de satisfaction de contraintes ; certificats de complexité.

Existence/caractérisation de solutions

Plusieurs contributions de DO peuvent se décliner dans le contexte de l'existence et de la caractérisation de solutions en termes de diagnosticabilité fonctionnelle.

Diagnosticabilité fonctionnelle et liens avec l'identifiabilité Contrairement à la définition classique, la diagnosticabilité fonctionnelle exploite les propriétés temporelles des relations de redondance analytiques liées aux différents défauts et appelées signatures fonctionnelles. La diagnosticabilité fonctionnelle est étroitement liée à la notion d'identifiabilité qui garantit que les paramètres d'un modèle peuvent être déduits de manière univoque à partir des mesures des sorties du système. Ce lien a permis de fournir une condition suffisante pour tester la diagnosticabilité fonctionnelle d'un système. La diagnosticabilité fonctionnelle a été étendue au cadre ensembliste et liée à l'identifiabilité ensembliste. L'impact de l'identifiabilité ensembliste sur les propriétés des solutions obtenues par estimation de paramètres a été analysé.

Diagnosticabilité et le diagnostic de motifs de fautes Une analyse de diagnosticabilité est une analyse a priori faite sur le système qui vise à garantir que lorsque le système sera en opération, si une faute a lieu, une fonction de diagnostic pourra la déterminer avec certitude et en un temps fini. L'analyse de diagnosticabilité dans les systèmes à événements discrets s'appuie sur la recherche d'une paire critique i.e deux évolutions du système ayant la même trace observable que l'évolution observée telle que la faute est présente dans une de ces deux évolutions et absente dans l'autre. Le diagnostic est formellement caractérisé par la notion de concordance de motif et posé comme un problème d'atteignabilité résolu par model checking. La recherche de paires critiques

repose sur la construction d'un twin-plant et sur une recherche de cycle dans le twin-plant formulée comme un problème d'atteignabilité en Logique Temporelle Linéaire [91, 30].

Certificats de propriétés asymptotiques (stabilité et autres)

Une partie des travaux réalisés dans DO concerne la production de certificats de stabilité (ou de performance) pour les systèmes décrits par des équations différentielles et aux différences, de dimension finie ou infinie, pouvant avoir également des comportements hybrides. Deux propriétés à vérifier simultanément pour les systèmes non-linéaires ou hybrides sont les propriétés de stabilité et d'attractivité : la stabilité caractérise la propriété d'une solution initialisée proche d'une région donnée d'évoluer en restant proche de cette région ; l'attractivité caractérise le fait qu'une solution initialisée loin de cette région évoluera en se rapprochant de la région. Satisfaire simultanément ces deux propriétés pour un système dynamique peut être très difficile, voire impossible, car demande d'énumérer toutes les évolutions et solutions possibles. Utiliser une fonction avec des conditions de positivité et de négativité dans une certaine région (fonction de Lyapunov) permet de s'affranchir de la description de toutes les solutions.

Stabilité asymptotique via une fonction de Lyapunov hybride Différents tests pour assurer qu'une fonction donnée est une fonction de Lyapunov ont été proposés [213, 56], et évalués pour divers domaines d'applications (aéronautique, médical, réseaux électriques, automobile, réseaux de communication) [57, 58]. Par ailleurs, dans le contexte de commande avec information limitée, les lois de commande sont souvent échantillonnées à des fréquences limitées, alors qu'elles sont connectées à des processus continus, conduisant à des systèmes hybrides. On peut distinguer deux situations différentes. En premier lieu, l'étude de la robustesse de loi de commande par rapport à des incertitudes sur l'échantillonnage peut se faire à l'aide des approches Lyapunov dédiées aux systèmes à retard variable, par fonctionnelle bouclée ("Looped-functionals") ou encore par systèmes dynamiques hybrides. Cette étude est dite robuste car les mises-à-jour de la commande sont subies et soumises à des aléas (souvent appelés "jigues"), [22, 11]. La seconde situation correspond aux cas d'échantillonnages contrôlés (les instants d'échantillonnage sont alors des entrées additionnelles de commande). Ces études s'appuient sur des approches en temps continu [25] ou au travers d'une modélisation par systèmes dynamiques hybrides [27].

Stabilité pour la dimension infinie Plusieurs travaux sur la construction de critères de stabilité de dimension finie issus de l'application du Théorème de Lyapunov-Krasovskii ont été publiés pour des systèmes continus/discrets, à retards discrets/distribués et constants/variables, comme par exemple [11, 55]. L'objectif est de comprendre quels sont les meilleurs mécanismes permettant de produire des critères de dimension finie pour des systèmes à retard mais qui s'appliquent aussi à une plus grande classe de systèmes de dimension infinie. Dans un contexte d'équations aux dérivées partielles plus générales, la description d'une fonctionnelle de Lyapunov appropriée, composée de plusieurs termes à même de prendre en compte les différents éléments de complexité des équations (leur nature, présence de retards, de saturations, de non-linéarités...) est primordiale [28, 59]. Un autre type d'approche part de la preuve d'une inégalité d'observabilité et utilise un argument par contradiction [59], perdant alors la valeur explicite de la vitesse de décroissance exponentielle.

S-variables, un certificat utile en analyse robuste et pour la synthèse Nombre de problèmes ont une formulation du type : prouver que des formes quadratiques (dérivées de fonction de Lyapunov) sont négatives quand des contraintes linéaires (trajectoires des systèmes) sont satisfaites. Une façon de résoudre cela est d'introduire des variables additionnelles, que nous nommons les S-variables en référence à la S-procédure de Yakubovich. Ces approches ont eu des succès très importants au cours des vingt dernières années et le livre [75] offre un panorama assez complet de celles-ci. On y trouve des résultats d'analyse robuste mais aussi de synthèse de correcteurs. A noter d'autres utilisations de ces certificats pour la synthèse robuste dans un cadre probabiliste [102].

Synchronisation et consensus Considérant un système dynamique constitué de plusieurs systèmes dynamiques interagissant entre eux (système distribué ou multi-agent), le certificat recherché vise à assurer la synchronisation ou consensus (les agents convergent vers la même trajectoire ou vers une valeur constante). La propriété de synchronisation a été obtenue pour des agents décrits par des dynamiques identiques, linéaires ou non-linéaires, via une approche Lyapunov [210] ou via une approche issue de la théorie de la contraction [60], les hypothèses de

connectivité entre les agents supposant des graphes fortement connectés, non dirigés, ... Ces outils ont par exemple permis de construire des lois de commande distribuées pour le contrôle de robots [3], la recherche distribuées de sources [12] ou la préservation de la qualité de services dans l'échange de vidéos [44].

Certificats de satisfaction de contraintes

Les certificats de satisfaction de contraintes incluent le fait de tenir compte des contraintes sur l'état et/ou la commande d'un système dynamique, ainsi que la caractérisation de domaines d'attraction.

Commande optimale : application au guidage pour le rendez-vous spatial Dans le contexte du rendez-vous orbital, le problème de guidage impulsif (propulsion chimique) consiste essentiellement en un problème de commande optimale sous contraintes. Ainsi le mouvement contrôlé se définit comme une suite de trajectoires libres entrecoupées de sauts provoqués par la commande. Lorsque ces trajectoires sont contraintes, le problème de commande optimale peut s'exprimer comme un problème d'optimisation de dimension semi-infinie. Plutôt que de passer par des schémas de discrétisation, un certificat a été proposé liant l'ensemble des trajectoires admissibles au cône de matrices semi-définies positives, permettant de transformer le problème de guidage en un problème de programmation semi définie [13]. Ce certificat a été aussi exploité pour décrire comme un ensemble semi-algébrique l'ensemble des orbites relatives périodiques incluses dans un polytope donné [130].

Caractérisation de domaines d'attraction Les systèmes dynamiques abordés ou les algorithmes développés sont soumis à des limitations imposées par les éléments de calcul, de transmission de l'information, de contrôle ou de structure, dues à des contraintes physiques, d'opération ou de sécurité (erreur d'arrondi, quantification des signaux, saturation, discontinuité, ...) [74]. Tenir compte de ces contraintes est primordial pour garantir les propriétés de stabilité et/ou de convergence des solutions du système ou algorithme considéré vers une région donnée. La propriété souhaitée est la caractérisation de l'attracteur vers lequel les solutions vont converger de manière globale ou locale, qui est en général impossible à établir d'une manière analytique. La capacité à caractériser cet attracteur via une fonction de Lyapunov adéquate est alors plus simple et constitue un certificat [213, 170, 53]. Les techniques développées peuvent s'adapter pour traiter le cas où l'on souhaite éviter une région non sûre [149].

Certificats de complexité

La notion de certificat est au coeur de l'étude de la complexité des problèmes. La démonstration de l'appartenance à une classe repose sur un certificat (e.g. un algorithme avec une certaine propriété), et la notion de difficulté par rapport à une classe repose sur une réduction.

Complexité de problèmes combinatoires Des algorithmes de programmation dynamique polynomiaux et des résultats de type FPT (Fixed-Parameter Tractability) ont été proposés pour des problèmes intégrés d'ordonnement de tâches de production et de planification de livraison ou de tâches de production [166, 189]. Des preuves de complexité du problème de propagation de contraintes globales ont été établies [92, 94]. Ainsi, en ordonnancement cumulatif, une preuve que la condition nécessaire du "raisonnement énergétique" reste polynomiale dans le cas où les tâches peuvent moduler leur consommation et en présence de fonctions de rendements concaves est établie [16, 195]. En théorie des graphes, pour certains problèmes d'optimisation NP-difficile, des algorithmes à temps constant et linéaires sont proposés dans le cas des rotagraphes et des fasciagraphes [18]. D'autre part, des études de complexité en optimisation multi-agent démontrent que la recherche de solutions stables au sens de l'équilibre de Nash et Pareto optimales est NP-difficile pour des problèmes d'ordonnement de projet à durées contrôlables [10] et d'expansion de réseaux [96, 197]. En optimisation robuste, la complexité du retour à une solution nominale dans le cas d'une perturbation des préférences pour le problème du mariage stable est démontrée NP-difficile [64].

Certificat polynomial pour les Problèmes de Satisfaction de Contraintes (CSP) conservatifs L'existence d'un polymorphisme d'un certain type est un certificat de "traitabilité" pour un langage de contraintes, autrement dit, une garantie que tous les problèmes exprimables dans ce langage sont polynomiaux. La dichotomie

de Feder-Vardi, selon laquelle tout fragment de CSP est soit dans P soit NP-complet, est résolue pour les langages "conservatifs". Cependant, vérifier ce critère était conjecturé NP-difficile, et avec lui le "meta-problème", de déterminer l'appartenance d'une instance d'un problème à un fragment conservatif traitable. Il a été montré que ce meta-problème est en fait polynomial, et qu'il existe un algorithme uniforme pour toute une série de langages pour lesquels cette question était ouverte [113, 114, 93, 194].

"Kernelization" pour la propagation de contraintes Dans le cas de la complexité paramétrée, un noyau ("kernel") est un type particulier de certificat, qui garantit l'appartenance du problème à la classe (FPT) en montrant que toute instance peut être associée à une instance équivalente dont la taille est bornée par une fonction d'un paramètre du problème. Un noyau permet aussi souvent de concevoir des méthodes efficaces pour résoudre le problème lorsque le paramètre est petit. Cependant, la définition classique de noyau n'est pas pertinente dans le cas de la propagation de contraintes, où il s'agit de caractériser les affectations de variables qui ne peuvent pas s'étendre à une solution. Dans ce contexte, un nouveau type de noyaux dit "sans perte" a été proposé [136, 115, 194] et des noyaux de ce type ont été mis en évidence pour plusieurs problèmes [125].

Garanties d'approximation Les contributions dans ce domaine incluent un algorithme donnant des solutions approchées pour l'ordonnancement sur machines parallèles, de tâches sujettes à des ressources disjonctives additionnelles [17]; et dans le cas de l'ordonnancement sur une machine unique avec une période d'inactivité, l'amélioration de l'analyse de la garantie fournie par un algorithme de la littérature, et la démonstration que cette nouvelle borne est exacte [2].

2.2 Hiérarchies

Notions de hiérarchies

Afin d'évaluer la performance (stabilité, bornes sur des énergies) de systèmes d'ingénierie, on se confronte souvent à des problèmes de décision (inégalités à satisfaire, optimisation) difficiles (dans des espaces de dimension infinie et/ou présentant des non-linéarités et/ou non-convexités).

On peut alors concevoir des **hiérarchies** de problèmes plus simples (dans des espaces de dimension finie et/ou linéaires et/ou convexes) dont les solutions peuvent **converger** dans un certain sens vers la solution du problème original.

Par **hiérarchie convergente** ou **hiérarchie complète**, on entend une famille de problèmes dont la taille (nombre de variables) croît de manière contrôlée, en fonction d'un indice (un nombre entier croissant, par exemple le degré d'un polynôme), et dont les solutions deviennent arbitrairement proches de la performance évaluée lorsque l'indice tend vers l'infini.

Quand on ne dispose pas de preuve de convergence, mais uniquement d'une amélioration de performance prouvée ou observée expérimentalement, on parle de **hiérarchie incomplète**.

Les activités de DO pouvant se regrouper sous cette catégorie sont les suivantes.

Optimisation combinatoire

Placement de faisceaux pour les satellites Les travaux relatifs à l'optimisation du design de satellite ont mis en lumière une sur-approximation paramétrable et une sous-approximation paramétrable de la norme euclidienne en dimension deux. Cette hiérarchie complète est utilisée dans des modèles de programmation linéaire en nombres entiers (PLNE) pour l'optimisation de placement de faisceaux pour les systèmes de satellites multi-faisceaux [119].

Fonctions de conversion d'énergie Différentes sources d'énergie peuvent avoir des caractéristiques très différentes en termes de gamme de puissance ou de fonctions de coût énergétique. Dans les problèmes d'optimisation (par exemple le problème de distribution de ressources énergétiques) cela génère des problèmes mixtes non-linéaires à variables entières sans propriétés de convexité ou concavité. On propose des hiérarchies complètes d'encadrement

de fonctions non-linéaires, à l'aide de fonctions linéaires par morceaux possiblement discontinues, avec un degré de précision fixé à l'avance, ce qui permet de générer un couple de PLNE (sur-approximation et sous-approximation) avec garanties de performance [51]. Ces travaux ont été récompensés par la 3ème place de Sandra U. Nguveu au prix Robert Faure de ROADEF en 2018.

Etudes polyédrales de problèmes d'ordonnement cumulatifs Pour la résolution de problèmes NP-difficiles d'ordonnement avec ressources cumulatives, nous nous sommes intéressés à l'obtention de relaxations de qualité. Pour cela, on cherche des formulations de programmation linéaire en nombres entiers dont les relaxations continues sont les plus serrées possibles relativement à l'enveloppe convexe des solutions entières. Par ailleurs, pour une variante de ce problème où les tâches sont malléables en contraintes par une quantité d'énergie, de nouvelles formulations et des familles d'inégalités valides ont été proposées. Parmi ces dernières des inégalités définissant des facettes ont été trouvées. Malgré un nombre exponentiel d'inégalités, un algorithme de séparation polynomial est donné [34, 158].

Formulations étendues en optimisation combinatoire Les formulations de programmation linéaire en nombres entiers de problèmes NP-difficiles dites *compactes* comportent un nombre polynomial de variables et de contraintes. Aussi la qualité de leur relaxation est souvent médiocre. Les formulations étendues, généralement issues de la décomposition de Dantzig-Wolfe d'une formulation compacte, améliorent substantiellement cette relaxation au prix d'un nombre exponentiel de variables. La technique de génération de colonnes permet d'éviter une énumération exhaustive de ces variables, tout en convergeant vers l'optimum de la relaxation. Nous avons proposé de nouvelles formulations étendues améliorant significativement la relaxation du modèle compact pour des problèmes d'ordonnement préemptifs avec coûts de consommation énergétique linéaires par morceaux [19]. Dans un cadre générique d'optimisation multi-objectif, nous avons montré comment la génération de colonnes sur une formulation étendue permet d'obtenir efficacement un front de Pareto relâché et appliqué ce principe à un problème de tournées de véhicules complexe [137].

Optimisation continue

Approximation par polynômes homogènes A l'aide de la dualité entre les moments et les sommes de carrés (aussi connu sous l'acronyme anglais SOS) de polynômes, essentielle pour prouver la convergence de la hiérarchie complète dite moment-SOS ou de Lasserre originalement proposée pour l'optimisation polynomiale au début des années 2000, il a été possible de généraliser le théorème de Löwner-John caractérisant l'ellipsoïde de volume minimal contenant un ensemble convexe donné. Cette généralisation est double. D'une part, l'ellipsoïde décrit par une forme quadratique est remplacé par un ensemble semi-algébrique décrit par une forme homogène de degré quelconque. D'autre part l'ensemble à approcher est un semi-algébrique non nécessairement convexe. Les conditions d'optimalité permettent la mise au point d'un algorithme numérique. Ces travaux ont été effectués dans le cadre du projet ERC Advanced Grant "Taming on convexity?" de Jean-Bernard Lasserre.

Plan d'expérience optimal Dans le cadre d'une collaboration avec des probabilistes-statisticiens de Toulouse et Paris, la hiérarchie complète moment-SOS et donc les inégalités matricielles linéaires (LMI) sont utilisées pour fournir une solution calculatoire au problème du plan d'expérience optimal pour des régression polynomiales sur des ensembles semi-algébriques, ce qui permet de généraliser les méthodes existantes qui étaient limitées essentiellement aux régressions quadratiques sur des polytopes ou des ellipsoïdes [67].

Régions d'attraction La hiérarchie complète moment-SOS permet de résoudre le problème de la région d'attraction d'une équation différentielle ordinaire polynomiale sous contraintes polynomiales. On obtient une hiérarchie de sous-lignes de niveau de polynômes de degrés croissants approchant par l'extérieur la région d'attraction, et qui converge en volume lorsque le degré tend vers l'infini. Pour un degré fixé, le polynôme se calcule en résolvant un problème LMI. Ces travaux ont contribué au recrutement de M. Korda au LAAS en 2018.

Systemes à retards, couplage EDO-EDP Une hiérarchie est également proposée dans l'analyse de stabilité de systèmes à retards et de systèmes décrits par des équations aux dérivées ordinaires (EDO) couplées avec des

équations aux dérivées partielles (EDP). Pour ces systèmes l'état modélisant le retard ou l'EDP est discrétisé à l'aide de polynômes de Legendre de degrés croissants. Une hiérarchie incomplète de conditions numériquement solvables est formée par des inégalités matricielles linéaires (LMI) en fonction du degré d'approximation [54, 68]. Ces travaux ont été en partie menés dans le cadre du projet ANR SCIDIS.

Diagnostic

Diagnosticabilité des systèmes hybrides Hiérarchies incomplètes d'abstraction pour la diagnosticabilité des systèmes hybrides : La méthode détermine une première abstraction discrète de la dynamique continue de l'automate hybride et vérifie la diagnosticabilité de l'automate résultant par les méthodes standard pour les systèmes à événements discrets. Celles-ci vérifient s'il existe un "contre-exemple", c'est-à-dire une paire critique de trajectoires ayant la même projection observable, l'une avec défaut et l'autre normale. Si aucun contre-exemple n'est trouvé, alors l'abstraction est diagnosticable, ce qui confère la propriété au système hybride initial. Dans le cas contraire, le contre-exemple est analysé et guide l'abstraction courante pour qu'elle soit affinée. Cette méthode construit ainsi une hiérarchie incomplète d'abstractions pour la diagnosticabilité des systèmes hybrides.

Calcul certifié

Solutions rigoureuses d'EDO Dans le cadre du projet ANR Fastrelax (2014-2019), on développe des preuves assistées par ordinateur, qui fournissent de façon efficace une valeur numérique du résultat, ainsi qu'une borne d'erreur suffisamment fine. Dans ce contexte, nous avons conçu une méthode de calcul validée pour la solution des équations différentielles ordinaires linéaires (LODE). Pour cela, nous avons analysé la complexité théorique et pratique d'une méthode de validation a posteriori, qui repose principalement sur la structure matricielle d'une suite d'opérateurs quasi-Newton tronqués, agissant dans un espace des coefficients approprié aux séries de Chebyshev. Plus précisément, nous étudions des propriétés théoriques telles que compacité, convergence, inversibilité des opérateurs intégraux linéaires associés. Cela fournit des algorithmiques numériques très efficaces pour calculer des solutions numériques de LODEs et un calcul rigoureux de l'erreur d'approximation via une hiérarchie complète pour tronquer les opérateurs linéaires [61].

2.3 Gestion des incertitudes

Introduction

Dans le département DO, la prise en compte des incertitudes est essentiellement orientée vers (a) la commande, (b) l'estimation de paramètres et le diagnostic de systèmes dynamiques et (c) l'optimisation continue et combinatoire. L'ensemble des valeurs possibles des paramètres incertains (l'ensemble d'incertitudes) est généralement défini par un ou plusieurs modèles mathématiques. L'enjeu est alors de proposer des méthodes de résolution du problème prenant en compte ces modèles d'incertitude.

Il faut noter que dans tous les problèmes posés, les incertitudes sont présentes en entrée dans les données (paramètres incertains) mais se trouvent également parfois en sortie dans la solution avec possiblement différents modèles d'incertitudes : en commande robuste, des paramètres peuvent être à incertitudes ellipsoïdales alors que l'on cherche en sortie à évaluer ou minimiser la norme H_∞ du système [112] ; en estimation ensembliste, on peut ainsi avoir des incertitudes sous la forme d'intervalles sur les erreurs de mesure en entrée, et une estimation des paramètres en sortie plus fine, par exemple sous la forme de zonotopes [15] ; en optimisation, une erreur de mesure sur un paramètre d'entrée peut être à norme infinie bornée alors que la solution peut être encadrée par un polytope avec un objectif visant à minimiser sa taille [14]. Dans ce qui suit, nous décrivons tout d'abord les contributions de DO au regard de la richesse des modèles d'incertitudes considérés, voire proposés. Ensuite, nous détaillons les contributions relatives aux grands axes (a), (b) et (c).

Modèles d'incertitudes

On distingue les modèles déterministes des modèles stochastiques d'incertitude, les deux ayant été abordés dans la période d'évaluation.

Dans les modèles déterministes les paramètres varient au sein d'un ensemble généralement convexe. L'un des cas le plus étudié dans le département consiste à considérer que les paramètres incertains appartiennent à un ensemble semi-algébrique (SA), c'est à dire l'intersection d'ensembles décrits par des inégalités polynomiales [46, 47]. D'autres modèles non linéaires considèrent des paramètres incertains à norme bornée (NB), comme L_2 ou L_∞ , [112, 48, 105, 62, 63, 66], des paramètres ellipsoïdaux (EL) [112, 134]. Dans de nombreux travaux des modèles linéaires des paramètres incertains sont utilisés : polytopes généraux généraux (PO) [112, 150, 84, 52] ou plus simplement parallélotopes ou intervalles (IN) [112, 14, 135, 33, 121, 105]. Dans d'autres travaux, les paramètres appartiennent simplement à un ensemble d'échantillons ou liste de scénarios (EC) [79, 11].

Dans les modèles stochastiques, les paramètres varient selon des distributions de probabilité. Les mesures de probabilités considérées peuvent être générales (PG) [47, 6, 102, 84, 122] ou gaussiennes (GA) [29, 49] mais des travaux considèrent aussi différentes hybridations entre incertitudes probabilistes et bornées. D'un côté des incertitudes probabilistes peuvent avoir des distributions incertaines mais bornées, via une matrice de covariance définie par des intervalles (PI-IN) [49, 121] ou bien par un polytope de points à distribution connue (PO-PD) [175]. D'un autre côté, l'approche consistant à réduire le pessimisme des ensemble d'incertitudes par un échantillonnage de cet ensemble avec niveau de confiance est abordée [112, 102, 84], (EC-NC).

Dans la plupart des travaux, les contributions concernent la prise en compte de modèles d'incertitudes, existant au sein de méthodes de résolution qui ne prenaient auparavant pas (ou moins bien) en compte les incertitudes. Mais des contributions très génériques (avec par exemple des applications en optimisation, estimation, diagnostic et commande, entre autres) visent à proposer de nouveaux modèles mathématiques pour permettre la résolution de problèmes avec des ensembles d'incertitudes réputés inabordables. C'est le cas des ensembles d'incertitudes semi-algébriques pour lesquels des approximations par des polynômes de faible degré ont été proposées [46]. C'est également le cas des contraintes en probabilité pour lequel une hiérarchie asymptotiquement optimale de programmes semi-définis positifs est proposée [47].

Incertaines en commande des systèmes dynamiques

Le problème de stabilité de systèmes dynamiques soumis à des incertitudes EC/PO sur le retard et/ou à des échantillonnages aperiodiques est résolu via des structures appropriées de fonctions de Lyapunov conduisant à des critères de stabilité robuste [11]. Des approches pessimistes et optimistes combinées (NB, EL, PO, IN et EC-NC) sont proposées en commande robuste avec une application au contrôle d'altitude d'un satellite dans le cadre de coopérations avec le CNES et intégrées dans l'outil R-Romuloc via des modèles de systèmes dynamiques incertains polyédraux ou linéaires/fractionnaires en l'incertitude [112]. Ce travail a abouti à des résultats dans l'approche probabiliste utilisant des certificats de type S-variables initialement proposés pour l'approche déterministe [84]. La réduction du pessimisme inhérent à l'approche par scénarios dans le cadre EC-NC est proposée via la considération que certaines variables (du type certificats) peuvent s'adapter au scénario [102]. L'analyse et la synthèse pour des incertitudes PI-IN sont proposées via des techniques de LMI dans [175]. Dans le cadre d'incertitudes PO, une nouvelle modélisation alternative efficace aux transformations linéaires fractionnaires, les descripteurs affines, permet également d'avoir des modèles rationnels en l'incertitude sans les convertir en boucle fermée [150]. Dans [33], pour des incertitudes IN, un modèle linéaire à paramètres variant d'un système non linéaire aboutit à une synthèse d'un contrôleur H_∞ . Pour une incertitude NB, la commande robuste d'un câble modélisé par une équation aux dérivées partielles de type ondes est abordée dans [62].

Incertaines en estimation et diagnostic des systèmes dynamiques

Une synthèse d'observateur robuste basée sur un mécanisme d'injection de sortie modifié par un mécanisme non linéaire de saturation ou dead-zone est proposé pour des incertitudes NB [66, 63]. Une nouvelle formule analytique, très précise, de la probabilité de collision à court terme de deux objets spatiaux pour des incertitudes GA et basée sur les théories de la transformée de Laplace et des fonctions holonomes est établie [29]. Pour des incertitudes IN en entrée, une procédure d'estimation à erreur bornée basée sur les polynômes intrégré-différentiels est proposée

pour des systèmes non linéaires dans [135]. Pour ces mêmes incertitudes, un ensemble atteignable approché par un zonotope est obtenu pour des systèmes non linéaires hybrides [50, 15]. Un estimateur ensembliste pour des incertitudes EL est appliqué à la localisation de drones [134]. Une borne supérieure sur la covariance de l'erreur d'estimation et une analyse d'intervalles pour l'estimation d'état sont proposées pour des incertitudes hybrides PI-IN [121] et pour ces mêmes incertitudes, une extension du filtrage particulaire permettant de réduire le pessimisme de l'estimation au moyen de fonctions de croyance est définie [49]. Une estimation ensembliste puis un pronostic sur la durée de vie utile de composants d'un système sont proposés pour des incertitudes IN [105]. Pour ces mêmes incertitudes, l'optimisation de plans d'expériences est réalisée pour minimiser le volume des parallélotopes des paramètres estimés [48]. Un outil de diagnostic et de pronostic utilisant les réseaux de Petri hybrides particuliers intégrant des incertitudes de type PG est proposé [6, 122].

Incertitudes en optimisation continue et combinatoire

En optimisation continue, nous avons déjà mentionné comment la résolution d'une hiérarchie de programmes semi-définis avait été proposée pour modéliser les contraintes en probabilité (PG) [47]. Ces techniques ont également permis d'optimiser des problèmes généraux de flots avec contraintes polynomiales et de flots de puissance dans les réseaux électriques. Une explication théorique du comportement des solveurs de programmation semi-définie positive a permis de montrer que ces solveurs font de l'optimisation robuste sous incertitude de type NB sur la fonction objectif lorsqu'ils sont appliqués à la résolution de problèmes d'optimisation polynomiale. Une approche d'optimisation robuste du problème de guidage pour le rendez-vous spatial est proposée avec des incertitudes NB et IN sur les paramètres et la minimisation du volume d'un polytope représentant la tolérance sur le point d'arrivée [14]. En optimisation combinatoire, une amélioration de l'approche classique d'optimisation robuste à deux niveaux, basée sur l'augmentation de la flexibilité des solutions de premier niveau, est proposée pour un problème d'ordonnancement avec incertitudes EC [79]. Pour des problèmes d'ordonnancement cyclique à incertitudes polyédrales un algorithme polynomial est proposé pour le problème sans contraintes de ressources [52] et des formulations mathématiques bi-niveaux sont proposées pour le cas avec ressources limitées [190]. Des travaux établissant la complexité du retour à une solution nominale dans le cas d'une perturbation des préférences pour le problème du mariage stable (incertitudes PO) sont proposées [64]. Enfin, certains travaux concernent des définitions indirectes de la robustesse. Par exemple, le formalisme des CSP dynamique est ainsi montré de manière expérimentale comme une technique efficace pour la gestion de production sous incertitudes [200]. Un autre exemple est le développement d'approche flexible avec partage de décision hors-ligne et en ligne pour le vidage d'images satellites avec incertitudes sur le volume des données [97] et la couverture nuageuse [227].

2.4 Méthodes Computationnelles

La conception de méthodes algorithmiques efficaces et effectives est un objectif commun du département. Les algorithmes issus des recherches menées dans le département ont permis des progrès significatifs dans de nombreux domaines de l'Automatique, de l'Intelligence Artificielle et de la Recherche Opérationnelle. En particulier, des approches computationnelles ont été proposées dans trois grandes catégories de problèmes : les problèmes *d'optimisation, de diagnostic et de commande et d'apprentissage*.

Méthodes pour l'optimisation combinatoire

Algorithmes : Les problèmes d'optimisation considérés sont le plus souvent NP-difficiles, et les approches développées s'appuient sur plusieurs composants algorithmiques.

Un premier composant algorithmique est le calcul de bornes primales ou duales qui représente une activité de recherche importante [19, 35, 107, 108] avec des applications pour des problèmes ordonnancement [19, 107] ou de transport [35, 36, 108]. Par exemple, pour des problèmes de tournées avec transbordement, la caractérisation de sous problèmes polynomiaux, permettant de calculer des bornes primales et duales, a permis de développer une méthode arborescente efficace sur un très large ensemble d'instances [36].

Un deuxième composant concerne le renforcement de l'inférence déductive de solveurs de programmation par contraintes. En particulier, un algorithme de complexité linéaire a été proposé [18, 198] pour une contrainte fixant

la somme totale et la fréquence maximum d'une séquence Booléenne, alors que le meilleur algorithme connu était quadratique. De nombreux autres algorithmes de ce type ont été développés, par exemple pour des contraintes de ressources énergétiques [157, 195], de type cache [92], des contraintes de classement [116] ou d'équilibrage [94].

Dans certains cas, des algorithmes spécifiques sont développés pour des sous-problèmes : par exemple, un algorithme de programmation dynamique pour déterminer des points de visibilité pertinents entre un satellite et un réseau de stations au sol [126]; ou un algorithme de programmation dynamique permettant de minimiser la longueur d'une sous-séquence d'une tournée de véhicules avec sommets optionnels a permis d'améliorer une recherche locale "à voisinage étendu" [39, 196].

Hybridations : L'hybridation d'approches méthodologiques est une caractéristique forte du département.

Un premier type d'hybridation entre la PLNE et la PPC a été développé pour un problème d'ordonnement sous contraintes d'énergie. Une procédure de séparation et d'évaluation hybride qui intègre la résolution de modèles PLNE à temps continu de type "événements" après que les fenêtres de temps des tâches ont été réduites par branchement et propagation des contraintes de ressources énergétiques a été proposée [16, 195]. Cette méthode surpasse l'approche de PLNE pure.

Une deuxième type d'hybridation concerne la PPC et la satisfiabilité booléenne (SAT). L'algorithme "conflict-driven clause learning" (CDCL) peut s'hybrider à la propagation de contraintes par des algorithmes dédiés, à condition que ceux-ci puissent "expliquer" leur inférence. De telles approches (incluant bornes combinatoires, algorithmes de propagation, et explications des inférences) ont été développées pour des problèmes d'ordonnement [106], de séquençement [95] et divers problèmes de graphes (clique maximum [138] et coloration [139]).

Il est parfois nécessaire, pour faciliter le passage à l'échelle, d'hybrider méthodes exactes et heuristiques. Par exemple, une hybridation PLNE et heuristiques pour un problème de tournées d'approvisionnement et gestion de stock [193], ou un algorithme utilisant recherche tabou et PPC pour la coloration de graphes massifs, qui a permis de traiter des graphes de plusieurs millions de sommets [153].

Un autre type d'hybridation intervient pour garantir certaines propriétés des algorithmes. Par exemple, les travaux, avec l'équipe TSF, ont permis l'intégration de calculs sécurisés pour la protection de données personnelles à des algorithmes classiques (plus courts chemins ou flot maximum) avec une perte de qualité limitée [21, 192].

Finalement, les approches de décomposition se prêtent particulièrement bien à l'hybridation. Par exemple, un nouveau schéma général d'application de la génération de colonnes sur des formulations étendues issues de la décomposition de Dantzig-Wolfe a été proposé. Ce schéma permet de calculer un ensemble de bornes inférieures non-dominées pour les problèmes d'optimisation combinatoire bi-objectifs [137].

Reformulations : Une approche complémentaire à l'hybridation afin d'obtenir une méthode avec une certaine propriété est de reformuler le problème considéré de façon à ce qu'un algorithme connu fournisse cette propriété.

Il a été démontré qu'une instance du problème de programmation linéaire ou quadratique en variables 0-1 peut se reformuler en instance du problème MAX-CUT [26]. Cela permet d'appliquer l'arsenal de méthodes d'approximation développées pour le problème MAX-CUT à tout programme 0-1 quadratique ou linéaire. En particulier, la relaxation de Shor sur la reformulation obtient des meilleures bornes que celles dues à la relaxation linéaire de la formulation quadratique convexe.

Un autre exemple concerne la reformulation de problèmes de jeux combinatoires tels les jeux octaux (comme le jeu de Nim) [163] ou le jeux des pompiers [164] par des problèmes de la théorie des graphes. En particulier, nous avons pu caractériser les issues de certains jeux octaux dans des classes de graphes spécifiques (étoiles et bi-étoiles subdivisées).

Méthodes pour le Diagnostic et le Contrôle

La résolution de nombreux problèmes de diagnostic, d'observation, d'identification et de contrôle repose sur des algorithmes dédiés et des méthodes computationnelles efficaces. Le recours à la formulation d'un problème d'optimisation continue-discrète est classique.

Méthodes heuristiques Le diagnostic actif considère que l'on peut agir sur le système pour faire émerger des symptômes additionnels permettant de lever les ambiguïtés existantes. Dans ce contexte, nous avons proposé de reformuler la génération de la séquence d'actions à appliquer au système comme un problème de planification abordé par un algorithme de recherche heuristique dans un graphe d'état. Les heuristiques s'utilisent également pour la synthèse de correcteurs par retour de sortie statique, problème non convexe et supposé NP-difficile, auquel peuvent se ramener presque tous les problèmes de synthèse pour systèmes linéaires. Un bilan des heuristiques existantes dans la littérature est proposé dans [69] et distingue les relaxations pessimistes convexes, les méthodes basées sur la résolution itérative de conditions convexes de type LMI, et d'autres à base d'optimisation non-lisse. Une solution itérative très prometteuse exploitant des degrés de libertés spécifiques aux S-variables est donnée dans [84].

Architectures décentralisées/distribuées Les systèmes distribués sont composés d'agents autonomes qui perçoivent et communiquent avec leurs voisins de sorte que le comportement global apparaît comme un système unique et cohérent. Pour la commande et en observation cela impose des algorithmes très simples distribués sur les différents agents combinés à une architecture de haut niveau sur le graphe de communication entre agents [45, 128]. Pour le diagnostic par contre les architectures distribuées ont des avantages : les agents diagnostiqueurs associés à chaque sous-système peuvent se baser sur des méthodes différentes et évoluer séparément ; cela permet une séparation appropriée des connaissances non divulguables ; cela permet l'isolation des fautes *à la demande* tout en conservant la même puissance d'isolabilité qu'un diagnostic centralisé. [123] propose une approche structurelle pour optimiser la génération et/ou de la sélection décentralisées/distribuées de tests de diagnostic dans les systèmes complexes.

Estimation de paramètres dans les EDP Les travaux sur le problème inverse pour les EDP (identifiabilité des paramètres du modèle) ont conduit à concevoir et prouver la convergence d'un algorithme original d'estimation effective des paramètres [42]. Cela se fait par la reconstruction du potentiel dans une équation d'ondes à partir des mesures disponibles à la frontière du domaine spatial de l'EDP. L'algorithme se met en oeuvre numériquement et sa convergence est prouvée en se basant de manière originale sur l'outil classique de démonstration de la stabilité du problème d'identification : une inégalité de Carleman.

Méthodes pour les systèmes à événements discrets La première contribution consiste en la conception d'un algorithme de diagnostic retournant toujours une estimation non-ambiguë de l'état du système pouvant servir à un planificateur déterministe. Cet algorithme s'appuie sur un modèle de préférences conditionnelles. Ces préférences sont obtenues par précompilation en exploitant des techniques de vérification automatique de modèles garantissant que l'algorithme de diagnostic ainsi obtenu pourra produire en-ligne une estimation à l'apparition de toute nouvelle observation.

La seconde contribution est un algorithme de diagnostic de décalages événementiels et temporels pour les systèmes d'événements temporisés. Cet algorithme exploite la théorie des systèmes $(\max,+)$ -linéaires (dioïdes) pour simuler la prédiction observable d'un système représenté sous la forme d'un graphe d'événements temporisés et pour la comparer à un flux d'observations. Cette comparaison s'appuie sur la théorie de la résiduation dans les dioïdes. L'efficacité de l'algorithme repose sur la linéarité de la représentation du système supervisé [124].

Méthodes "one step look ahead" Dans cette méthode nous inscrivons les algorithmes qui à chaque étape résolvent le problème avec les données disponibles et réitèrent ce processus aux étapes ultérieures avec les données nouvelles. Ainsi [7] aborde le diagnostic incrémental qui détermine la séquence de tests et de mesures pour localiser le défaut au plus vite et à moindre coût. Notre contribution repose sur l'hybridation d'une approche basée cohérence pour détecter des défauts non anticipés et de graphes causaux pour réduire de manière itérative, en proposant la prochaine meilleure mesure, l'ambiguïté initiale du diagnostic. Ce type de méthode se retrouve en commande prédictive. [130] propose un algorithme pour le rendez-vous spatial qui permet à un véhicule chasseur de se maintenir à consommation minimale dans une zone prédéfinie de l'espace. Contrairement aux autres approches de commande prédictive de la littérature, cet algorithme stabilise globalement l'ensemble des orbites relatives contenues dans un polytope, même quand celui-ci n'est pas atteignable depuis la condition initiale.

Apprentissage automatique

Le département a développé des algorithmes d'apprentissage essentiellement pour l'acquisition de modèles à partir de données brutes (classification non supervisée) ou pour l'amélioration de processus d'identification (apprentissage supervisé).

Classification non supervisée L'algorithme à la base de l'outil P3S (cf. section 2.5) est un **algorithme de classification en une passe basé sur des concepts de logique floue** lui permettant de classer des individus décrits par des attributs de nature hétérogène : quantitatifs, symboliques et intervalles. La sélection d'attributs repose sur la maximisation de la marge d'erreur de classification menant à une solution analytique [4].¹ Un algorithme de **classification non supervisée dynamique** a également été développé (base de l'outil Dyclee). Cet algorithme gère à la volée des flux de données massives produits par des systèmes/procédés évolutifs et apprend leur comportement sous la forme d'un modèle d'évolution (chaîne de Markov). L'originalité de l'algorithme est de proposer une technique de classification dynamique capable de gérer des clusters d'états non convexes et de détecter des données aberrantes ou de nouveaux états [141]. Un classifieur dynamique et hiérarchique de ces clusters a été également développé. Dans le cas particulier où le procédé sous-jacent produit des séquences d'événements datés, le département a développé une série d'algorithmes pour la classification de ces séquences par extraction de motifs temporels caractéristiques (événements temporellement contraints). Cette extraction exploite des techniques de fouille de données et des critères de fréquence d'apparition du motif dans les séquences produites [132]. Afin de guider la classification, une distance de similarité entre motifs temporels a également été proposée. Elle compare les caractéristiques temporelles et événementielles de motifs en les transposant dans un espace Euclidien k-dimensionnel.

Apprentissage supervisé Dans le cadre supervisé, le département a développé des architectures de réseaux de neurones profonds pour la classification supervisée de données de type géométrique 2D et 3D. Ces architectures s'appuient sur une analyse fonctionnelle et structurelle du système à apprendre (couplages et dépendances entre variables). Ces connaissances se sont avérées décisives sur les performances du réseau dans le cadre de la reconstruction de doses de rayons thérapeutiques sur patient et la détection de surdosage.

Enfin, le département a réalisé une étude sur l'optimisation, par des méthodes alliant programmation mixte et heuristiques, de l'agrégation de classifieurs avec pour objectif à la fois la précision et le temps de réponse. Dans le cas de l'identification et ré-identification de personnes dans un réseau de caméras à champs disjoints, cette approche a permis d'améliorer les approches "soft-cascade" existantes [140, 188].

Arithmétique en nombres flottants

Aux différentes contributions évoquées dans cette section, il faut ajouter les recherches sur les algorithmes arithmétiques sur les flottants. Ces travaux participent à toutes les catégories précédentes lorsque les problèmes envisagés portent sur les nombres réels, et nécessitent donc de pouvoir calculer efficacement en précision étendue.

De nombreux problèmes de calcul numérique (tels que l'étude des systèmes dynamiques chaotiques, ou certains problèmes d'optimisation semi-définie positive mal-posés) demandent parfois à effectuer des calculs très précis. Dans ces cas, chaque opération arithmétique de base (addition, multiplication, division, racine carrée) demande une plus grande précision que celle offerte par les systèmes usuels en virgule flottante (binary32 and binary64). Il existe des logiciels "multi-précision" qui permettent de manipuler des nombres avec une très grande précision, mais leur généralité (ils sont capables de manipuler des nombres de millions de chiffres) les empêche d'atteindre de hautes performances. Nous avons proposé de nouveaux algorithmes de calcul à la fois suffisamment précis, rapides et sûrs : le calcul se fait en utilisant des expansions en virgule flottante, c'est-à-dire des sommes non évaluées des nombres machine, ce qui correspond à quelques dizaines de chiffres (quelques centaines de bits) de précision, et s'accompagne de bornes d'erreur garanties sur chaque opération, afin d'être capables d'obtenir des résultats certains [43, 23, 103].

1. Cet algorithme peut également être exploité pour une classification supervisée.

2.5 Codes et applications

Le département DO dispose d'une grande variété de productions logicielles. Les *outils logiciels* résolvent des problèmes génériques : ils sont distribués librement ou font l'objet de projet de maturation (notamment avec Toulouse Tech Transfer (TTT)). Le département produit également des *développements dédiés* à des applications : la recherche au sein de DO étant orientée sur des classes de modèles, des problèmes génériques, le spectre des applications étudiées est très large et implique différents types d'industries ou de sociétés de services.

Outils logiciels

Le département DO développe des *solveurs de résolution de problèmes*. Le solveur MISTRAL exploite la programmation par contraintes en intégrant des méthodes d'apprentissage de clauses [106, 95, 198, 18]. MISTRAL participe régulièrement à des compétitions internationales (*Minizinc*, *CSP*). Il a été classé premier de la catégorie *Constraint Optimization Problems* lors de compétition CSP 2017. L'outil PLAYMOB rassemble des algorithmes de résolution de problèmes de transports (plus courts chemins, synchronisation d'itinéraires) et exploite des données réelles (réseau routier, transport en commun) [225, 192]. Le département développe des boîtes à outils Maple pour la résolution d'inégalités matricielles : citons l'outil SPECTRA (*Semidefinite Programming solved Exactly with Computational Tools of Real Algebra*) qui effectue des résolutions exactes en arithmétique sur les nombres entiers [32] (projet ANR GeoLMI) ainsi que REALCERTIFY qui certifie la non-négativité de polynômes rationnels.

Les travaux sur la commande des systèmes dynamiques ont conduit au développement de deux outils pour *l'analyse et la synthèse de lois de commande*. L'outil R-ROMULOC (*Randomized and Robust Multi-Objective Control toolbox*) est une boîte à outil pour Matlab [112]. Cet outil met en œuvre des résultats sur l'analyse de la commande robuste en intégrant des fonctionnalités probabilistes. Le logiciel SYNC, développé avec TTT, permet à un utilisateur d'effectuer des tests d'analyse d'une loi de commande et de synthèse de gains de contrôleurs (marges de robustesse).

Les travaux du département sur le diagnostic de systèmes dynamiques ont conduit au développement de *diagnostiqueurs* dédiés. Le logiciel libre DIADES (*DIAGnosis of Discrete Event Systems*) propose un ensemble maintenu d'algorithmes et de structures de données pour la modélisation, la génération aléatoire, le diagnostic et la vérification de la diagnosticabilité dans les systèmes à événements discrets [30]. S'appuyant sur DIADES, le logiciel HYDIAG (*Hybrid Diagnoser*) est un logiciel développé sous Matlab conçu pour simuler, diagnostiquer et pronostiquer des systèmes hybrides (méthodes à base de modèles) en procédant par abstraction discrète de la dynamique continue.

Toujours issus des travaux sur le diagnostic, deux *outils de classification de données* pour l'apprentissage de modèle ont été développés. Le logiciel P3S (*Process Sensor Selection and Situation assessment*) met en œuvre des techniques de classification fondées sur la logique floue pour la sélection des descripteurs/capteurs [4]. Au cours de la période, il a notamment été exploité sur diverses applications telles que le diagnostic et le pronostic dans les domaines de la médecine, du traitement de l'eau potable (projet de maturation avec TTT). L'outil DYCLEE (*Dynamic Clustering algorithm for tracking Evolving Environments*) met en œuvre une méthode de classification non supervisée dynamique et auto-adaptative avec un mécanisme de détection de nouveauté [104] pour la supervision de systèmes industriels. DYCLEE fait l'objet d'une intégration avec P3S dans le cadre du projet de maturation EVOLEARN avec TTT sur l'apprentissage évolutif pour la maintenance prévisionnelle.

Développements orientés vers les applications

Le département a développé plusieurs contributions sur la gestion de l'énergie pour améliorer l'autonomie des *systèmes électroniques*. Une première étude a pour objectif d'assister la gestion des transferts d'énergie entre une batterie et un pack de super capacités pour améliorer l'autonomie d'un système multi source (sous-système électronique Pack Power Plus, Nexter Electronics) [199]. Une deuxième étude propose une modélisation de convertisseurs électroniques de puissance par des systèmes commutés affines. Introduire des certificats de stabilité robuste pour ces circuits permet d'améliorer l'efficacité énergétique de l'ensemble du système. Les solutions développées proposent une gestion de la performance (dynamique continue) et de la fréquence de commutation (dynamique discrète) à travers une approche inspirée des outils issus des modèles dynamiques hybrides [109].

Les *systèmes mécaniques de mouvement* opèrent à l'échelle nanométrique et sont sujets à des phénomènes

transitoires indésirables (frottement, adhérence). Une collaboration avec les universités de Trento (Italie) et de Eindhoven (Pays-Bas) a abouti au développement de contrôleurs PID hybrides, alliant les comportements à temps continus et les actions de réinitialisation qui satisfont des contraintes algébriques et qui se sont révélés efficaces pour accélérer les phénomènes transitoires (chasses, oscillations) qui peuvent se produire avec des contrôleurs PID classiques [57, 147].

Les systèmes de commande et de diagnostic sont essentiels dans l'*industrie automobile* actuelle et le département s'est investi dans différentes activités de ce secteur : systèmes de commande pour le contrôle de suspensions [131], de l'embrayage [118], du freinage électronique [20], de la recirculation des gaz d'échappement [1], commande robuste des systèmes ADAS (aide à la décision), coordination multi-actionneur pour la génération optimale des trajectoires pour véhicules autonomes [33]. Le département a également développé des systèmes d'estimations des dynamiques des véhicules autonomes [151, 120] et d'assistance à la conduite pour la mise en œuvre d'une meilleure interaction homme-machine dans le véhicule intelligent du futur [38]. Certaines mises en œuvre ont été réalisées sur des véhicules réels (Renault Mégane et Scénic) en collaboration avec le laboratoire MIPS à l'université Haute Alsace à Mulhouse.

Dans l'*industrie du vol spatial*, le déploiement d'algorithmes novateurs nécessite l'étude de leur embarcabilité sur du matériel de calcul certifié. Une telle étude a été effectuée pour le déploiement d'un algorithme de commande pour le rendez-vous orbital pour un matériel spécifique [152] (démonstrateur pour une carte cible AEROFLEX GAISLER GR-XC6S). Une étude a conduit à la mise en œuvre d'une méthode de suivi de santé d'un rover (intégration diagnostic/pronostic, outil HYMU) sur des données réelles disponibles sur site [85] (collaboration *NASA Ames Research Center*). Le département a également contribué à améliorer les algorithmes pour la planification des expériences à la surface de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko par la sonde Philae (outil MOST, collaboration CNES) de la mission Rosetta de l'ESA en intégrant une méthode de gestion du transfert de données sans perte entre le calculateur, l'atterrisseur et l'orbiteur [8].

Dans le *monde aéronautique civil*, évaluer l'état de santé d'équipements embarqués est essentiel pour la maintenance prévisionnelle des flottes d'avions. Le département a développé un modèle générique de vieillissement d'équipements et l'a appliqué sur un stator dans des machines synchrones à aimants permanents (train d'atterrissage) (collaboration CIFRE Safran). Une deuxième étude a porté sur la gestion de santé d'une vanne de régulation (A320 Neo) qui a abouti au démonstrateur PROGNOSPICE intégrant des techniques de diagnostic et de pronostic à l'aide de la théorie du calcul ensembliste [105].

Pour l'*industrie des transports*, le département a produit et développé plusieurs solutions algorithmiques. Dans le cadre d'une thèse CIFRE (MobiGIS), des extensions d'outils ont été proposées pour effectuer des analyses de réseaux de transport ou développer des solutions de covoiturage [225]. Sur des problèmes de logistique d'approvisionnement, une autre thèse s'est intéressée à la résolution d'un problème industriel posé par la société Air-Liquide dans le cadre d'un challenge ROADEF-EURO (méthodes de décomposition, programmation dynamique) [193].

Pour le *monde aéroportuaire*, un outil de planification a été proposé pour réduire la charge maximale sur des carrousels de chargement des bagages (aéroport international de Munich) en collaboration avec l'Université de Technologie de Munich. Un logiciel prototype testé sur des instances réelles permet de réduire la charge maximale de 60% par rapport à la solution utilisée dans l'aéroport [35].

Dans l'*industrie du spatial*, le département a également contribué au problème de déploiement et de dimensionnement de systèmes satellitaires. Dans le cadre de contrats avec Thales Alenia Space et Airbus, le département a proposé différents outils pour l'allocation de fréquences, le positionnement des faisceaux, l'allocation de réflecteurs, d'amplificateurs haute puissance. Des logiciels basés sur la programmation linéaire en nombres entiers et la programmation par contraintes ont été développés et validés sur ces problèmes industriels [9, 117, 226]. Dans une autre collaboration avec Thales Alenia Space (thèse CIFRE), des prototypes ont été développés pour la conception de réseaux de stations sol utilisant des communications optiques et pour la planification du vidage d'images en présence d'incertitudes sur le volume des données et la visibilité des stations de réception afin de mieux comprendre les exploitations potentielles des communications optiques pour les satellites d'observations [126, 227].

Une réflexion sur la reproductibilité des résultats

Le département a entamé une réflexion sur la reproductibilité des résultats publiés. Des codes dédiés et associés à plusieurs publications avec résultats expérimentaux sont mis à dispositions, notamment [125, 138]. L'article [150] est quant à lui déposé sur HAL avec les codes sources pour reproduire les résultats. L'article [90] est associé à

une démonstrateur embarqué dans un conteneur logiciel pour la reproductibilité de tous les résultats de l'article. Le département met également à disposition un ensemble de jeux de données pour la résolution de problèmes et l'analyse comparative des résultats (voir l'annexe 4).

Chapitre 3

Prospectives

3.1 Reconduction du département

Le département Décision et Optimisation (DO) regroupe des chercheurs dont la démarche scientifique est semblable, sur des sujets aux thématiques connexes et avec des champs d'application communs. Les trois équipes qui le composent ont leur spécificité thématique propre et distincte. L'activité scientifique est de grande intensité. La structuration et l'animation globale est appréciée. Pour l'ensemble de ces raisons, le projet est de reconduire le département et ses trois équipes dans leur format actuel. D. Peaucelle se propose pour prolonger sa fonction de direction du département. Y. Pencolé de l'équipe DISCO et M.-J. Huguet de l'équipe ROC se proposent pour poursuivre leur rôle actuel de responsable d'équipes. Quant à la responsabilité de l'équipe MAC, elle devrait être reprise par un autre membre de l'équipe à l'horizon 2021, A. Seuret étant un candidat potentiel pour cette fonction. Cela permettra d'éviter la situation actuelle de cumul de responsabilité de l'équipe MAC et du département DO par D. Peaucelle.

Interactions au sein du LAAS Du fait de la couverture disciplinaire très large illustrée par le rattachement des activités aux sections 06 et 07 du comité national (sections 27 et 61 du CNU), des discussions sur le contour du département ont eu lieu au cours de la préparation de cet exercice de bilan-prospectives. Une éventualité était de repenser l'articulation avec le département de robotique (ROB) qui aborde des thématiques communes avec DO telles que l'intelligence artificielle et la commande. Un redécoupage de DO+ROB en deux nouveaux départements, l'un dédié aux thématiques de la section 06, dont l'articulation avec les départements Réseaux et Communications et Informatique critique aurait nécessité d'être repensé, et l'autre sur les thèmes de la section 07, méritait d'être envisagé. Les discussions ont montré que la question centrale des plateformes robotiques, qui font la spécificité et le succès du département ROB, rendait cette option inopérante. La discussion a également permis de conclure sur la volonté commune de prolonger les contacts scientifiques existants (méthodes d'optimisation pour la commande des systèmes humanoïdes et commande des drones) et de les renforcer. Dans la même logique, des travaux communs avec les départements Réseaux, Informatique, Systèmes de Confiance¹ (protection des données personnelles, exploration de données) et Gestion de l'Énergie (contrôle des micro-grids) sont amenés à prendre de l'ampleur dans le futur. Ce volet de développement des collaborations internes est détaillé dans les sections qui suivent en le déclinant dans les trois thématiques que nous avons choisies de mettre en avant pour illustrer certaines des perspectives phares des membres du département. Les interactions se feront sur ces thématiques au sein du LAAS mais également dans le cadre de coopérations nationales et internationales.

Prospectives en continuation de l'exposé du bilan La préparation du bilan des activités du département nous a conduit à formaliser des concepts partagés (certificats, hiérarchies, incertitudes) ainsi que des méthodologies communes autour des algorithmes, des données et des codes. Ces constats seront développés par la suite pour produire de nouveaux résultats au croisement des disciplines couvertes par le département. Les certificats sont des réponses à des classes spécifiques de propriétés; prouver que deux propriétés de classes distinctes sont simul-

1. Résultat de la fusion des départements RC et IC

tanément valides conduit à se poser la question de comment combiner deux types de certificats (par exemple pour le cas des systèmes hybrides hétérogènes). La formalisation du concept de hiérarchies a mis en évidence le principe de complétude : convergence de la séquence de relaxations vers une solution exacte. Ces travaux seront naturellement poursuivis avec comme projet de mettre en place de nouvelles hiérarchies (algorithmes d'optimisation utilisant des informations d'ordre supérieur) ou de prouver la complétude de hiérarchies actuellement incomplètes (par exemple pour celles basées sur les polynômes de Legendre dans le cas des systèmes à retard). Le bilan sur la gestion des incertitudes a montré des avancées dans le cas d'incertitudes stochastiques pour les questions de commande et d'estimation, mais pas encore dans le domaine de l'optimisation combinatoire. Ces questions seront à mettre au regard des techniques d'apprentissage. Les méthodes numériques sont très diverses et disjointes entre optimisation continue et discrète. Plus de liens entre les deux, voire de l'hybridation sont des pistes envisagées. Le bilan sur les outils logiciels, les codes et les données de recherche montre une tendance à l'échange plus ouvert et systématique qu'il faudra formaliser et développer davantage. Ces pistes de réflexion scientifique commune au niveau du département se déclineront évidemment dans les équipes qui poursuivront leurs activités de recherche thématique propre.

Diagnostic, Supervision et Conduite (DISCO) Dans la continuité des travaux précédents, l'équipe DISCO portera principalement son effort sur trois axes de recherche complémentaires dont l'objectif global est d'améliorer la certification des raisonnements et l'explicabilité des diagnostics, des états de santé obtenus sur un large spectre de systèmes dynamiques : systèmes continus, discrets, hybrides et hétérogènes (section 3.3). Le premier axe est l'étude des synergies entre les raisonnements diagnostiques par modèle et/ou par apprentissage automatique (section 3.2) notamment mis en œuvre au sein d'une chaire ANITI (3IA) portée par L. Travé-Massuyès en collaboration avec E. Chantbery et s'appuyant sur la panoplie des méthodes basées données/modèles préexistantes au sein de DISCO et sur divers champs applicatifs (aéronautique, énergie, médecine, usine du futur). L'équipe DISCO poursuivra également ses travaux sur la gestion des incertitudes mixtes (incertitudes stochastiques et/ou bornées) qui est essentielle dans un processus de diagnostic actif/réactif et de pronostic de tout système dynamique où les sources d'incertitude sont multiples et de nature différente : estimation de paramètres sous incertitudes mixtes, utilisation de méthodes ensemblistes ellipsoïdales et zonotopiques, optimisation pour la planification de tests diagnostiques, analyse de diagnosticabilité (active), gestion distribuée des incertitudes (flotte de systèmes). Le troisième pan des activités prospectives porte sur l'exploitation et l'analyse de propriétés temporelles (observation quantitative du temps, comportements temporels anormaux, retards, accélérations) dans les systèmes dont l'abstraction est à dynamique discrète. Les effets du temps offrent de nouveaux défis liés à l'augmentation de la complexité algorithmique voire à la détermination de la décidabilité de certains problèmes. Ces travaux seront en particulier menés au sein du projet de laboratoire commun entre le LAAS et STMicroelectronics, l'axe LAAS sur la fabrication intelligente et une collaboration avec l'équipe VERTICS.

Recherche Opérationnelle, Optimisation Combinatoire et Contraintes (ROC) Le projet scientifique de l'équipe ROC se situe dans la continuité directe des travaux actuels. Il est orienté vers la résolution de problèmes combinatoires en mobilisant la variété des domaines qui caractérisent l'équipe (recherche opérationnelle, programmation par contraintes, théorie des graphes) dans des contextes d'optimisation déterministe, multi-agent ou sous incertitudes. Une partie des prospectives se situera dans le contexte des modèles d'optimisation hybrides (non linéaire, variables mixtes discrètes/continues) ou des méthodes hybrides pour l'optimisation (décomposition, programmation linéaire en nombre entiers, contraintes globales, satisfiabilité booléenne, apprentissage). De nombreux problèmes de fouille de données ou d'apprentissage peuvent se (re)-formuler comme des problèmes d'optimisation combinatoire. Le fort engouement autour de ces problématiques aura un impact dans les travaux à venir de l'équipe ROC, que ce soit pour des questionnements sur le passage à grande échelle des méthodes de résolution, ou pour le développement de thématiques nouvelles (équité, robustesse, transparence?).

Méthodes et Algorithmes en Commande (MAC) Les activités de l'équipe MAC porteront sur le même corpus scientifique tel que décrit dans le bilan. Les efforts pour aborder la commande de systèmes en tenant compte de nombreuses complications se déclineront entre autres sujets dans le cadre des systèmes hétérogènes hybrides décrits dans la section 3.3 de ce document. Un autre axe sera dédié aux cas des modèles variant dans le temps et dans l'espace avec des variations continues ou discrètes. Par ailleurs, l'équipe projette de développer des activités consacrées à la manipulation des données et des modèles. Ceci se fera en renforçant des activités actuellement mineures que sont la modélisation, l'observation, l'identification, l'estimation paramétrique, le problème

inverse. Une part de ces prospectives se retrouve dans la section 3.2 consacrée à l'apprentissage. D'autres pistes envisagées sont l'observation des systèmes de dimension infinie, ou encore l'estimation paramétrique en ligne de type commande adaptative indirecte, en étendant les résultats développés par le passé en commande adaptative directe. Il convient de noter que cette ambition vers de plus grandes compétences dans ces domaines centrés sur les données issues des systèmes est liée à un intérêt scientifique croissant au sein de l'équipe, mais aussi, au constat que les faiblesses actuelles sur ces sujets sont des freins pour aller vers plus d'interactions avec des partenaires autour d'applications. Ce volet applicatif sera développé, entre autres, dans les activités décrites dans la section 3.4 portant sur des projets de démonstrateurs.

3.2 Décision, optimisation et apprentissage

La dichotomie entre “vieille” et “nouvelle” Intelligence Artificielle, où la première serait basée sur des modèles structurés de connaissances tandis que la deuxième permettrait de s'extraire de tout modèle, est superficielle. En effet, même les exemples les plus purs de la deuxième catégorie, comme les réseaux de neurones profonds, s'appuient sur des modèles d'optimisation continue pour la phase d'apprentissage dite de “back-propagation”. Le département souhaite participer à la réunification et/ou à l'intégration des approches de décision et d'optimisation basées sur des modèles mathématiques avec les méthodes modernes d'apprentissage. Ces travaux de recherche se feront en partie au sein du nouvel institut interdisciplinaire en intelligence artificielle (3iA) ANITI.

Apprentissage pour la décision et l'optimisation

Dans les trois grands domaines du département, les enjeux de l'intégration des techniques d'apprentissage automatique au sein des approches de décision et d'optimisation pour l'amélioration des performances et le traitement de problèmes de très grande taille soulèvent divers enjeux.

Commande des systèmes dynamiques complexes non linéaires et optimisation dirigée par les données

Une direction de recherche prometteuse combinant optimisation, apprentissage automatique et systèmes dynamiques consiste à embarquer (ou “lifter”) un problème difficile, non convexe ou non linéaire au sein d'un espace plus grand (possiblement à dimension infinie) dans lequel il devient linéaire. Ce problème embarqué est ensuite approché par une hiérarchie de problèmes plus petits et plus faciles à résoudre par des techniques bien établies basées sur l'algèbre linéaire ou l'optimisation convexe et dont les solutions sont des approximations de la solution du problème original et convergent même vers cette solution (hiérarchies complètes). Les travaux futurs viseront à remplacer ces approximations par des méthodes d'échantillonnage afin de travailler directement avec les données observées et d'augmenter le passage à l'échelle et la généralité de l'approche. Il s'agira alors d'obtenir des garanties probabilistes en utilisant la théorie de l'apprentissage statistique.

Optimisation combinatoire Le remplacement de composants d'optimisation, généralement heuristiques, par des techniques de traitement statistique des données est également un domaine très actif en optimisation combinatoire². Néanmoins, de nombreux défis restent à relever pour mieux adapter les techniques d'apprentissage à ce domaine. Notamment, le temps nécessaire pour apprendre de bonnes décisions empêche pour le moment une utilisation intensive de ces techniques en recherche arborescente. De même, la qualité des heuristiques obtenues pourrait être mieux exploitée en réexaminant la nature de l'exploration arborescente et en privilégiant une exploration vers les meilleures prédictions, ce qui pose d'autres enjeux de complexité spatiale.

Apprentissage automatique et diagnostic : vers des méthodes boîtes grises Usuellement, on distingue deux types de techniques pour mettre en place un algorithme de diagnostic sur des systèmes dynamiques, deux types dans lesquels le département contribue activement. Les premières approches sont à base de modèles, elles profitent en général de la disponibilité d'un modèle mathématique qui représente l'ensemble des comportements possibles du système (méthodes boîtes blanches). L'avantage de ce type d'approche est qu'elle offre d'excellents résultats en termes de précision de diagnostic et sont parfaitement explicables de par leur cohérence avec le modèle.

². Bengio, Y., Lodi, A., & Prouvost, A. (2018). Machine Learning for Combinatorial Optimization : a Methodological Tour d'Horizon. preprint arXiv :1811.06128.

L'autre type de techniques rassemble les méthodes à bases de données. Ces méthodes exploitent les flux de données produits par les capteurs du système et procèdent en général par classification automatique (supervisée ou non) pour identifier des classes de fonctionnement anormales ou non et le réexploiter par la suite dans des sessions de diagnostic du même type de système (méthodes boîtes noires). À l'opposé des approches à base de modèles, elles ne nécessitent aucun modèle comportemental formel, correct et complet. Le problème majeur de ces techniques est leur faible explicabilité. L'objectif principal est de mettre en évidence et de comprendre les correspondances qui peuvent exister entre les méthodes de diagnostic à base de modèle et celles à base de données afin d'en dégager des synergies et de développer des méthodes profitant des avantages des deux types de techniques tout en minimisant leurs inconvénients (méthodes dites boîtes grises).

Modèles et algorithmes de décision et d'optimisation pour l'apprentissage

Une part significative de l'explosion récente du domaine de l'apprentissage machine peut être mise au crédit de l'évolution de la meilleure intégration de méthodes algorithmiques ayant permis le passage à une échelle supérieure. Si changement de paradigme il y a, celui-ci n'implique donc pas l'obsolescence des modèles mathématiques ou logiques, mais plutôt le déport de leur champ d'application vers des problèmes plus fondamentaux, comme par exemple le calcul des poids d'un réseau de neurones minimisant l'erreur. Par ailleurs, la "mise en modèle" de l'apprentissage machine peut permettre de résoudre certains des verrous scientifiques du domaine y-compris ceux identifiés pour l'application de cet apprentissage au sein de méthodes de décision et d'optimisation évoquées plus haut, comme l'explicabilité en diagnostic. Ci-dessous nous explicitons différents modèles qui seront exploités au profit des méthodes d'apprentissage.

Modèles géométriques pour l'explicabilité des réseaux d'apprentissage profonds Il est crucial de comprendre les caractéristiques des représentations latentes construites par les approches d'apprentissage afin d'expliquer le comportement des réseaux d'apprentissage profond. Une solution envisageable est l'étude de la géométrie de ces représentations (dispersion, inférence de support, variété latente) à l'aide de noyaux de Christoffel-Darboux. Des techniques similaires ont déjà été utilisées pour capturer des informations géométriques pour les supports de mesures empiriques ou uniformes, de mesures invariantes, ainsi que pour des jeux de données en apprentissage.

Relaxations convexes pour la robustesse des réseaux d'apprentissage profonds Une autre cible de recherche est de certifier la robustesse des réseaux d'apprentissage profonds. Les architectures neuronales prédictives sont sensibles à des perturbations faibles des données initiales. Des pistes de résolution existantes consistent à adapter les techniques d'optimisation robuste aux architectures de réseaux de neurones. Ces approches, souvent empiriques, peuvent s'adapter aux stratégies d'entraînement adverses. Une alternative est de certifier la robustesse à l'aide de relaxations convexes basées sur la programmation linéaire ou semi-définie. En optimisation globale, la hiérarchie de Lasserre considère de telles suites convergentes de relaxations. Elle permet de produire des certificats garantissant la validité de bornes pour des fonctions polynomiales, avec des applications en vérification assistée par ordinateur. Une piste d'investigation est de construire une telle hiérarchie de bornes certifiées pour quantifier la robustesse des réseaux profonds à des stratégies adverses.

Optimisation combinatoire pour l'apprentissage Les réseaux de neurones binaires³, ou les forêts d'arbres décisionnels profonds⁴ peuvent se concevoir avantageusement comme des problèmes d'optimisation combinatoire. Ainsi, la modélisation du réseau appris par une formule logique a permis, grâce aux algorithmes efficaces pour la satisfiabilité booléenne, de vérifier la robustesse de réseaux de neurones par rapport à des entrées bruitées de manière "antagoniste"⁵. De manière similaire, la même formule qui représente une fonction apprise permet de classer, ou de générer des exemples, en fixant ou contraignant les entrées dans un cas, et les sorties dans l'autre. Mais le recours à un modèle permet à cette classification, ou génération, d'être contrainte de façon arbitraire. Des contraintes peuvent également être utilisées lorsque ce n'est pas le réseau appris qui est mis en modèle, mais la

3. Esser, S. K., Appuswamy, R., Merolla, P., Arthur, J. V., & Modha, D. S. (2015) Backpropagation for energy-efficient neuromorphic computing. In *Advances in Neural Information Processing Systems*, 1117–1125

4. Zhou, Z. H., & Feng, J. (2017). Deep forest : Towards an alternative to deep neural networks. *IJCAI 2017*, p. 3553–355

5. Narodytska, N. (2018). Formal Analysis of Deep Binarized Neural Networks. *IJCAI*, p. 5692–5696

tâche d'apprentissage. Dans ce cas, il est nécessaire de s'assurer que la fonction apprise ne possède pas certains biais par rapport à des attributs potentiellement sensibles, comme le genre ou l'origine ethnique⁶. Les avancées algorithmiques de la satisfiabilité booléenne (SAT), la satisfiabilité modulo théories (SMT), la programmation par contraintes (CP), ou la programmation mixte en nombres entiers (MILP) permettront d'étendre substantiellement le champ d'application de ces techniques à ces problématiques.

3.3 Systèmes hétérogènes hybrides

Les systèmes cyber-physiques sont le résultat de l'interaction de dispositifs de calcul et de communication avec des systèmes physiques⁷. Lorsque l'on s'intéresse à l'interaction ou à la connexion de différents processus ou systèmes, tenir compte de l'hétérogénéité des différents composants est primordial. En effet, les systèmes interagissant les uns avec les autres (comme c'est par exemple le cas pour les réseaux d'énergie, les flottes de robots, les véhicules autonomes, ou encore les réseaux sociaux) peuvent être de nature très différentes, c'est-à-dire, décrits par des dynamiques continues ou discrètes, par des équations différentielles ordinaires ou partielles, avec des transitions logiques, avec des évolutions basées événement, avec des commutations d'un mode à l'autre, avec des dimensions différentes, avec des échelles de temps différentes ... Au-delà des différentes caractéristiques de chacun des composants constituant le système dans son ensemble, il s'agit aussi de tenir compte de la manière dont est faite l'interaction ou la connectivité entre les divers éléments, qui est le plus souvent limitée (codeur, décodeur), faite de manière discrète par rapport aux processus continus qui communiquent et qui peut être dynamique (par exemple dans le cas d'un système multi-agent ouvert).

Aborder ces divers systèmes nécessite de considérer la classe des systèmes hétérogènes hybrides : la notion d'hybride est directement liée à la combinaison de dynamiques continues et discrètes ou logiques⁸, la notion d'hétérogénéité étant directement liée à la nature hétérogène des processus interagissant (par exemple de dimension finie et de dimension infinie, dynamique et statique, dynamique et abstrait, ...). L'une des premières difficultés mathématiques réside dans la modélisation des différentes parties du système et des interactions (entre description très fine mais trop complexe à utiliser et approximation trop simple et donc peu représentative, dans une démarche très similaire à celle présentée dans le paragraphe 2.3 du bilan DO). Une deuxième difficulté mathématique est de définir les propriétés locales et globales que l'on souhaite satisfaire, voire leur hiérarchisation. Une troisième difficulté réside dans les méthodes d'optimisation incluant la manière de tenir compte des contraintes et de définir les critères (par exemple pour résoudre les problèmes d'ordonnancement de projet, l'expansion de flot dans des réseaux, la gestion de la politique de partage, la connexité d'un graphe).

Dans le continuum des activités menées par DO, l'objectif est alors de développer de nouveaux outils d'analyse, de synthèse ou d'abstraction pour les systèmes hétérogènes hybrides, capables de garantir des propriétés globales (pour le système dans son ensemble) même si les interactions ne sont que locales⁹. Plus précisément, il s'agit de développer des outils méthodologiques pour la modélisation (système physique, couche d'abstraction), l'analyse de propriétés asymptotiques (stabilité, performance), l'existence et la caractérisation de solutions (diagnosticabilité), la satisfaction de contraintes, l'étude de la complexité des problèmes, l'optimisation des solutions ou encore l'optimisation mixte associée à des méthodes de décomposition, en s'appuyant sur les briques théoriques issues des certificats et des hiérarchies (voir 2.1 et 2.2).

Les capacités à développer des objets mathématiques innovants dans ce cadre ne feront pas l'économie de liens au sein du département DO entre les différentes communautés et au-delà : par exemple la communauté informatique afin de focaliser sur la théorie des graphes et les différents types de connectivité, avec la communauté IA afin de focaliser sur les boucles de contrôle contenant une partie d'apprentissage, avec la communauté calcul numérique afin de focaliser sur la certification des algorithmes de synthèse, avec la communauté de la théorie de l'information afin de focaliser sur la communication entre les différents éléments.

6. Zafar, M. B., Valera, I., Rodriguez, M. G., & Gummadi, K. P. (2017). Fairness constraints : Mechanisms for fair classification. AISTATS, p. 962–970

7. Engell, S., Paulen, R., Sonntag, C., Thompson, H., Reniers, M. A., Klessova, S., et al. (2016). Proposal of a European research and innovation agenda on cyber-physical systems of systems Dortmund, Germany. (www.cpsos.eu/roadmap).

8. H. Lin & P. J Antsaklis. Hybrid Dynamical Systems : An Introduction to Control and Verification, Foundations and Trends in Systems and Control, 2015.

9. Murat Arcak, Chris Meissen, Andrew Packard. Networks of Dissipative Systems, Compositional Certification of Stability, Performance, and Safety, Springer 2016

3.4 Démonstrateurs

Le bilan du département fait ressortir des faiblesses relatives aux interactions avec des industriels, avec les établissements d'enseignement supérieur, mais aussi pour ce qui est des collaborations internes et l'intégration des membres. Partant de ce constat, et du souhait de certains membres de s'impliquer sur des plateformes, nous souhaitons nous engager sur la conception et la réalisation d'un démonstrateur des recherches menées dans DO. Nous avons conscience que le démonstrateur ne sera pas en mesure de résoudre la totalité des faiblesses mentionnées, mais devrait réussir à stimuler des échanges au sein du département, servir de support explicatif sur nos domaines d'expertise vis-à-vis des collègues du laboratoire éloignés de nos domaines, des étudiants et du grand public. L'affichage d'une réalisation technique devrait également contribuer pour les échanges avec des industriels.

Nous procéderons par étape. Dans un premier temps, il s'agira d'explorer les possibilités de participation aux plateformes existantes au laboratoire. Nous avons des contacts réguliers avec les collègues du département ROB autour de questions en optimisation des trajectoires pour la commande des robots humanoïdes (entre D. Henrion et N. Mansard), autour de questions de programmation par contraintes et de planification de tâches pour la robotique (entre M. Siala et A. Bit-Monnot dans le cadre de son projet d'intégration dans RIS), autour de questions d'allocation des commandes sur drones multi-actionnés (entre L. Zaccarian et A. Franchi). Ces multiples contacts seront à prolonger dans l'avenir et peuvent conduire à des réalisations illustratives des activités de DO. Cependant, il nous semble à ce stade de la réflexion que l'objet robotique serait inévitablement prédominant et la démonstration des recherches qui nous sont propres incomplète. Dans le même ordre d'idée, nous prolongerons et amplifierons nos activités avec le département GE dans le cadre de l'axe transverse Énergie. Une première réalisation pratique de contrôle de micro-grids a été réalisée lors du séjour post-doctoral d'A. Sferlazza et s'étouffera dans le cadre de l'ANR HISPALIS portée par C. Albea-Sanchez. Des premiers prototypes de résultats d'ordonnement de la consommation d'énergie entre différentes sources, réalisés par S. Ngueveu en lien avec le département GE, pourront être étendus pour des tests en situation réelle. Une autre plateforme mutualisée, à laquelle nous serons amenés à participer, est dans le cadre de l'axe Espace qui envisage un environnement de simulation de calcul embarqué pour le contrôle des diverses fonctions d'un satellite (commande d'attitude et d'orbite, gestion d'énergie, communication etc.). Si les autres axes projetés tels que celui dédié aux transports ou à l'industrie intelligente venaient à mettre en place des plateformes collaboratives, nous y participerons avec intérêt. A nouveau, ces plateformes ou démonstrateurs seront avant tout focalisés sur des objets applicatifs particuliers. S'ils peuvent remplir le rôle de conviction à l'égard des industriels des secteurs concernés, ils ne correspondent pas entièrement aux souhaits avancés plus haut pour un démonstrateur de nos résultats scientifiques où l'on pourrait illustrer les notions de certificat, de hiérarchie, de complexité des algorithmes, de robustesse, etc.

Nous nous orientons donc vers la création d'un démonstrateur spécifique. L'expérience depuis plus de 15 ans avec le démonstrateur "hélicoptère à 3 degrés de liberté" acheté en 2003 à l'entreprise Quanser nous a convaincu qu'un objet dédié à illustrer nos thématiques de recherches est possible. Les séances faites à l'occasion de la fête de la science et d'autres visites du grand public (dont des membres du laboratoire éloignés de l'Automatique) ont permis de faire comprendre le concept de la commande en boucle fermée et ainsi évoquer certains résultats de l'équipe MAC. Mais l'objet n'est pas assez avancé pour illustrer la commande robuste, la commande hybride, les systèmes de dimension infinie, et encore moins les théories conçues pour ces systèmes. De plus, l'objectif ambitieux est de faire un démonstrateur des activités des trois équipes et donc d'y intégrer de la commande, mais aussi du diagnostic et de l'optimisation combinatoire. Entre la conception d'un tel démonstrateur, sa réalisation et les premières démonstrations l'échelle de temps envisagée est de cinq ans. Elle est réaliste du fait du soutien de la direction du laboratoire qui se traduira, on n'en doute pas, par des aides financières au département dans le cadre de sa dotation, mais aussi par un soutien des ingénieurs des services techniques. L'intérêt pour le démonstrateur en termes de pédagogie à l'égard des étudiants de l'université, de l'INSA et de l'INP sera également important pour mobiliser les enseignants-chercheurs et les moyens de ces établissements. Des financements externes seront également recherchés et la réalisation pratique de la plateforme pourrait être confiée à une entreprise locale.

Chapitre 4

Annexe

4.1 Production de connaissances

Cette section liste de façon non exhaustive des productions de connaissances ainsi que des activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique.

4.1.1 Articles scientifiques

Articles scientifiques dans des journaux / revues, nombre total 308, sélection : [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68]

Articles de synthèse : [69, 70]

Direction et coordination d'ouvrages / édition scientifique : [71, 72, 73, 74]

Monographies : [75, 76, 77]

Chapitres d'ouvrage, nombre total 32, sélection : [78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85]

Edition d'actes de colloques : [86, 87, 88, 89]

Articles publiés dans des actes de colloques / congrès, nombre total 322, sélection : [90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153]

4.1.2 Produits et outils informatiques

Logiciels

- **COCD** : apprentissage de chroniques non supervisée à partir d'une séquence temporelle.
- **Diades** : outil de diagnostic de systèmes à événements discrets.
<http://homepages.laas.fr/ypencole/diades/html/>
- **Dito** : outil de diagnostic logique à base de CSP.
<http://homepages.laas.fr/ypencole/dito/html/>
- **Dyclee** : outil de classification dynamique et de découverte de comportements dynamiques nouveaux.
- **Locafleet** : logiciel de localisation de flottes de véhicules autonomes.
- **HCDAM** : logiciel d'apprentissage non supervisé de motifs temporels communs à un ensemble de séquences d'événements datés.
- **Hydiag** : outil de diagnostic, diagnostic actif et pronostic sur des systèmes hybrides.
<http://projects.laas.fr/hydiag/>
- **Hymu** : outil d'intégration diagnostic/pronostic pour les systèmes hybrides.

- **Innograde** : aide au diagnostic du grade dans le cas d'un cancer du sein, à destination des anapathologistes : dépôt Toulouse Tech Transfer, 2014.
- **Mistral** : outil de résolution exploitant la programmation par contraintes. <https://github.com/ehebrard/Mistral-2.0>
- **P3S** : outil de classification floue, dépôt Toulouse Tech Transfer.
- **Playmob** : plateforme de résolution de problèmes de calculs/synchronisations d'itinéraires sur données réelles. <https://homepages.laas.fr/huguet/drupal/node/36>
- **RealCertify** : outil de certification de la non-négativité de polynômes. <https://homepages.laas.fr/vmagron/soft.html>
- **R-Romuloc** : outil d'analyse de la commande robuste en intégrant des fonctionnalités probabilistes. <http://projects.laas.fr/OLOCEP/rromuloc/>
- **Spectra** outil de résolution en arithmétique sur les nombres entiers des inégalités matricielles de petite taille. <http://homepages.laas.fr/henrion/software/spectra/>
- **Sync** : outil d'aide à la conception et à l'optimisation de contrôleurs. Dépôt Toulouse Tech Transfer.

Bases de données Le département DO a produit un ensemble de jeux de données mis à la disposition de la communauté scientifique pour la résolution de problèmes divers.

- Jeux de données pour des problèmes d'ordonnancement de projet avec grande variété de durées des activités : http://homepages.laas.fr/lopez/Data_download.html
- Jeux de données pour des problèmes de prise de vue satellites multi-utilisateurs http://homepages.laas.fr/lopez/Data_download.html
- Jeux de profils de mission de véhicules électriques hybrides du type métro turc ou réseau (auto-)routier en France http://homepages.laas.fr/lopez/Data_download.html
- Ensemble de systèmes à événements discrets aléatoires k -diagnosticables : <http://homepages.laas.fr/yencole/benchmarks/>

4.1.3 Développements instrumentaux et méthodologiques

Prognospice : prototype démontrant l'intégration diagnostic/pronostic d'une panne de régulation de pression par des méthodes de calcul à incertitudes bornées. Prototype livré à LIEBHERR (projet CORALIE).

4.1.4 Activités éditoriales

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

1. **D. Peaucelle**, *IFAC-PapersOnLine*, Deputy Editor in Chief. (depuis 2015)
2. **S. Tarbouriech**, *IEEE Control Systems Letters (L-CSS)*, Editrice sénior. (depuis 2017)
3. **D. Arzelier**, *Automatica*, Editeur associé. (toute la période)
4. **A. Tanwani**, *Automatica*, Editeur associé. (depuis 2018)
5. **S. Tarbouriech**, *Automatica*, Editrice associée. (depuis 2015)
6. **L. Zaccarian**, *Automatica*, Editeur associé. (depuis 2015)
7. **I. Queinnec**, *IEEE Trans. Automatic Control*, Editrice associée. (depuis 2018)
8. **S. Tarbouriech**, *IEEE Trans. Automatic Control*, Editrice associée. (depuis 2015)
9. **L. Zaccarian**, *IEEE Trans. Automatic Control*, Editeur associé. (toute la période)
10. **S. Tarbouriech**, *IEEE Trans. Control Systems Technology*, Editrice associée. (jusqu'à 2016)
11. **A. Seuret**, *International Journal of Control*, Editeur associé. (depuis 2017)
12. **C. Artigues**, *Journal of Scheduling*, Editeur associé. (toute la période)
13. **J.B. Lasserre**, *SIAM Journal on Applied Algebra & Geometry*, Editeur associé. (depuis 2016)
14. **D. Henrion**, *SIAM Journal on Optimization*, Editeur associé. (toute la période)

15. **L. Travé-Massuyes**, *Artificial Intelligence*, dans le Board puis Editrice associée. (toute la période)
16. **C. Artigues**, *European Journal of Industrial Engineering*, Editeur associé. (toute la période)
17. **S. Tarbouriech**, *European Journal of Control*, Editrice associée. (toute la période)
18. **S. Tarbouriech**, *IET Control Theory and Applications*, Editrice associée. (jusqu'en 2014)
19. **I. Queinnec**, *IET Control Theory and Applications*, Editrice associée. (toute la période)
20. **D. Henrion**, *Mathematics of Control, Signals and Systems*, Editeur associé. (toute la période)
21. **J.B. Lasserre**, *Mathematics of Operations Research*, Editeur associé. (toute la période)
22. **M. Combacau**, *Int. Journal of Intelligent Manufacturing Technologies*, Editeur associé. (toute la période)
23. **I. Queinnec**, *Nonlinear Analysis : Hybrid Systems*, Editrice associée. (depuis 2016)
24. **S. Tarbouriech**, *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, Co-Editrice en chef. (jusqu'en 2017)
25. **C. Jauberthie**, *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, Editrice associée. (jusqu'en 2018)

Participation à des comités éditoriaux (conférences)

1. **F. Gouaisbaut**, *JD MACS*, Président du comité de programme. (2017, 2019)
2. **E. Hébrard**, *JFPC*, Président du comité scientifique. (2016)
3. **L. Zaccarian**, *IEEE Conference on Decision and Control (CDC, Miami, USA)*, Program vice-chair. (2018)
4. **I. Queinnec**, *IFAC Symposium on Robust Control Design (ROCOND, Florianopolis, Brésil, IPC vice-chair Industry)*. (2018)
5. **L. Zaccarian**, *IEEE Conference on Decision and Control (CDC, Melbourne, Australie)*, Program vice-chair. (2017)
6. **D. Peaucelle, D. Dochain et D. Henrion**, *World IFAC Congress (Toulouse, France)*, co-éditeurs de Congress Proceedings. (2017)
7. **D. Henrion**, *World IFAC Congress (Toulouse, France)*, IPC co-chair. (2017)
8. **L. Travé-Massuyes**, *World IFAC Congress (Toulouse, France)*, IPC co-advisor. (2017)
9. **L. Zaccarian**, *IFAC Nonlinear Control Systems Symposium (NOLCOS, Monterey, USA)*, Area chair for invited session. (2016)
10. **D. Peaucelle**, *International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotic (ICINCO, Lisbon, Portugal)*, Program committee co-chair. (2016)
11. **D. Henrion**, *IEEE Conference on Decision and Control (CDC, Osaka, Japon)*, Senior Editor (IPC member). (2015)
12. **L. Zaccarian**, *IEEE Conference on Decision and Control (CDC, Los-Angeles, USA)*, Program vice-chair. (2014)
13. **E. Hébrard**, *IJCAI*, Senior PC member. (depuis 2015)
14. **MAC**, *De manière générale, des membres de MAC sont éditeurs associés pour l'IEEE-CSS Conference Editorial Board (ACC et CDC) et l'EUCA Conference Editorial Board (ECC)*, AE. (toute la période)

De plus, DO est impliqué dans des comités de programmes ou comités scientifiques des conférences, entre autres :

- conférences IEEE (ACC, CDC, ECC)
- conférences IFAC (ROCOND, NOLCOS, SAFEPROCESS, DCDS, NecSys, MIM)
- conférences IJCAI, AAI, ECAI, CP, SAT
- autres manifestations internationales : DX, PMS, MISTA, ICORES, IESM
- manifestations francophones : ROADEF, JFPC, MOSIM

4.1.5 Activités d'évaluation

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

- De manière générale, les membres de DO sont relecteurs pour les revues et conférences dans lesquelles ils publient aussi, et en particulier pour les plus prestigieuses du domaine. Cela se traduit par un ratio de 5 à 10 relectures par article soumis, chiffre variant selon les années et les membres questionnés.

Évaluation de projets de recherche

- A. Seuret, *ERC*, (Europe, 2014).
- S. Tarbouriech, *ERC PE7 Advanced Grants*, (Europe, 2014).
- N. Jozefowicz, *programme Bourses Fulbright*, (USA, 2014-2017).
- S. Tarbouriech, *NWO*, (Pays-Bas, 2014).
- L. Zaccarian, *Technologiestichting STW*, (Pays-Bas, 2014).
- L. Zaccarian, *University of Padua research grant*, (Italie, 2014).
- N. Jozefowicz, *FWO - Fonds de la recherche scientifique de Flandre, appel bilatéral Québec-Flandre*, (Belgique, 2014, 2015, 2016).
- L. Zaccarian, *CEFIPRA Collaborative Project*, (Inde, 2016).
- N. Jozefowicz, *FRQNT (Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies)*, (Canada, 2016, 2017).
- M.-J. Huguet, *CRSNG*, (Canada, 2017).
- I. Queinnec, *FWO - Fonds de la recherche scientifique de Flandre*, (Belgique, 2018).
- P. Lopez, *ANR*, (France, 2015).
- L. Zaccarian, *ANR*, (France, 2014, 2015).
- I. Queinnec, *ANR*, (France, 2015, 2016).
- C. Briand, *ANRT*, (France, 2018).
- A. Seuret, *ANRT*, (France, 2014-2017).
- P. Lopez, *AO UTMB*, (France, 2015).
- S. Tarbouriech, *AO Univ. Grenoble-Alpes*, (France, 2014, 2016).

Évaluation de laboratoires (type Hcéres)

- L. Travé-Massuyès, *Expert au sein du comité de visite du LGI2A et URIA*, (2014).
- I. Queinnec, *Expert au sein du comité de visite du L2S*, (2014).
- M.-V. Le Lann, *Expert au sein du comité de visite du LAGEP*, (2015).
- C. Artigues, *Expert au sein du comité de visite du LERIA*, (2016).
- I. Queinnec, *Présidente du comité de visite du CRAN*, (2016).
- P. Lopez, *Expert au sein du comité de visite du CRAN*, (2016).
- D. Peaucelle, *Expert au sein du comité de visite du CRAN*, (2016).
- L. Travé-Massuyès, *Expert au sein du comité de visite du LARIS*, (2016).
- M. Combacau, *Expert au sein du comité de visite du LGIPM*, (2016).
- M. Combacau, *Expert au sein du comité de visite du CRESTIC*, (2016).
- I. Queinnec, *Présidente du comité de visite de Mines ParisTech Mathématiques et Systèmes*, (2017).
- C. Artigues, *Expert au sein du comité de visite du CRISTAL*, (2018).
- M.-J. Huguet, *Expert au sein du comité de visite du LAMIH*, (2018).
- C. Jauberthie, *Expert au sein du comité de visite de l'U2IS*, (2018).
- L. Travé-Massuyès, *Expert au sein du comité de visite du LURPA*, (2018).
- D. Henrion, *Expert au sein du comité de visite de l'International Max Planck Research School for Advanced Methods in Process and Systems Engineering de l'Université Otto-von-Guericke de Magdeburg et du Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems, Allemagne*, (2018).
- L. Zaccarian, *Expert au sein du comité d'évaluation du Control Science and Engineering Program at Beijing Institute of Technology, (China, 2018).*

Responsabilités au sein d'instances d'évaluation

- S. Tarbouriech, *ERC Starting Grants Panel, PE7*, 2014, 2016, 2018.
- D. Peaucelle, *Comité National (CN) CNRS, section 50, président*, 2016-2021.
- L. Baudouin, *CN, section 7, secrétaire scientifique de section*, 2016-2021.
- G. Garcia, *CN, section 7*, 2016-2017.
- D. Peaucelle, *CN, section 7*, 2016-2021.
- P. Lopez, *CN, section 6*, 2012-2016.
- J. Moncel, *CNU, section 26*, depuis 2017.
- I. Queinnec, *CNU, section 61*, 2015-2019.

- C. Albea-Sanchez, *CNU, section 61*, 2015-2019.
- M. Combacau, *CNU, section 61*, 2015-2019.
- G. Garcia, *CNU, section 61*, 2010-2015.
- I. Queinnec, *ANR, CE27*, 2014.
- S. Tarbouriech, *ANR, CES40*, 2017, 2018.
- S. Tarbouriech, *ANR, CES40 vice-présidente*, 2019.
- I. Queinnec, *ANR, Comité d'évaluation des pré-propositions*, 2015, 2016.
- I. Queinnec, *ANR, CES27, revue mi-parcours*, 2015, 2016.
- S. Tarbouriech, *ANR, CES27, revue mi-parcours*, 2017.
- S. Tarbouriech, *INRIA, jury de concours DR*, 2014.
- S. Tarbouriech, *INRIA, jury de concours CR Saclay*, 2016.
- I. Queinnec, *INRIA, jury de concours CR Lille*, 2017.
- M.-J. Huguet, *CoS maître assistant, Mines Nantes*, 2014.
- S. U. Ngueveu, *CoS MCF, Univ. Paris 13*, 2014.
- I. Queinnec, *CoS MCF, Univ. Lyon 1*, 2014.
- A. Subias, *CoS MCF, Univ. Technologique de Troyes*, 2014.
- A. Subias, *CoS MCF, INSA Lyon*, 2014.
- P. Lopez, *CoS maître assistant, Mines Nantes*, 2016.
- S. U. Ngueveu, *CoS MCF, INP-ENSIACET*, 2015.
- E. Chanthery, *CoS MCF, IUT de Bordeaux*, 2015.
- L. Travé-Massuyes, *CoS MCF, Univ. Bordeaux*, 2015.
- M. Combacau, *CoS MCF, Univ. Paul Sabatier, Toulouse*, 2016.
- E. Hébrard, *CoS MCF, Univ. Montpellier*, 2016.
- Y. Pencolé, *CoS MCF, Univ. Paul Sabatier, Toulouse*, 2016.
- P. Ribot, *CoS MCF, CoS MCF, Univ. Paul Sabatier, Toulouse*, 2016.
- L. Travé-Massuyes, *CoS MCF, Univ. Paul Sabatier, Toulouse*, 2016.
- L. Travé-Massuyes, *CoS MCF, CNAM*, 2016.
- L. Travé-Massuyes, *CoS MCF, Université Aix-Marseille*, 2016.
- M.-J. Huguet, *CoS MCF, Univ. Clermont-Ferrand*, 2016.
- M.-J. Huguet, *CoS MCF, ISIS Castres*, 2016.
- C. Albea-Sanchez, *CoS MCF, EC Lyon*, 2017.
- C. Albea-Sanchez, *CoS MCF, Univ. Lille*, 2017.
- G. Garcia, *CoS MCF, UVHC*, 2017.
- N. Jozefowicz, *CoS MCF, INSA Toulouse*, 2017.
- I. Queinnec, *CoS MCF, EC Lyon*, 2017.
- P. Ribot, *CoS MCF, ENI Tarbes*, 2017.
- P. Ribot, *CoS MCF, ENSMM Besançon*, 2017.
- A. Subias, *CoS MCF, ESSTIN (Polytech Nancy)*, 2017.
- S. Tarbouriech, *CoS MCF, Univ. Grenoble*, 2017.
- L. Travé-Massuyes, *Cos MCF, ENSTA Paris-Tech*, 2017.
- C. Albea-Sanchez, *CoS MCF, EC Lyon*, 2018.
- C. Albea-Sanchez, *CoS MCF, Univ. Paris VI*, 2018.
- C. Albea-Sanchez, *CoS MCF, INSA Lyon*, 2018.
- C. Artigues, *CoS MCF, ENAC*, 2018.
- M.-J. Huguet, *CoS MCF, INSA Toulouse*, 2018.
- M.-J. Huguet, *CoS MCF, Univ. Montpellier*, 2018.
- P. Lopez, *CoS MCF, INSA Toulouse*, 2018.
- S. U. Ngueveu, *CoS MCF, INSA Toulouse*, 2018.
- S. U. Ngueveu, *CoS MCF, INP Grenoble*, 2018.
- L. Travé-Massuyes, *CoS MCF, Univ. Aix-Marseille*, 2018.
- L. Travé-Massuyes, *CoS MCF, Univ. Pau*, 2018.
- C. Albea-Sanchez, *CoS MCF, ENSE3*, 2019.
- C. Albea-Sanchez, *CoS MCF, Univ. Angers*, 2019.
- C. Artigues, *CoS MCF, ENSIMAG*, 2019.
- E. Chanthery, *CoS MCF, INP Toulouse*, 2019.

- **G. Garcia**, *CoS MCF, ENSEIRB-MATMECA*, 2019.
- **M.-J. Hugué**, *CoS MCF, INSA Toulouse*, 2019.
- **S. U. Nguéveu**, *CoS MCF, ENSIMAG*, 2019.
- **A. Subias**, *CoS MCF, Univ. Technologique de Compiègne*, 2019.
- **A. Subias**, *CoS MCF, Grenoble INP - ENSE3*, 2019.
- **S. Tarbouriech**, *CoS MCF, vice-présidente, INSA Toulouse*, 2019.
- **I. Queinnec**, *CoS PU, CentraleSupelec*, 2016.
- **D. Henrion**, *CoS PU, Univ. Toulouse*, 2016.
- **G. Garcia**, *CoS PU, Univ. INSA Toulouse*, 2017.
- **M.-J. Hugué**, *CoS PU, Univ. Angers*, 2017.
- **P. Lopez**, *CoS PU, INSA Toulouse*, 2017.
- **G. Garcia**, *CoS PU, ENSEIRB-MATMECA*, 2018.
- **M.-J. Hugué**, *CoS PU, Univ. Tech. Compiègne*, 2018.
- **I. Queinnec**, *CoS PU, Univ. Tech Compiègne*, 2019.
- **I. Queinnec**, *CoS PU, Univ. Reims*, 2019.
- **I. Queinnec**, *CoS PU, Univ. Grenoble*, 2019.
- **S. Tarbouriech**, *CoS PU, INSA Lyon*, 2019.
- **L. Zaccarian**, *Comité de probation, Université de Cambridge, Royaume-Uni*, 2017.
- **L. Zaccarian**, *Comité de sélection Assistant Professor, Université de Bergame, Italie*, 2018.
- **L. Zaccarian**, *Comité d'évaluation "tenure", Université de Groningen, Pays-Bas*, 2019.
- **D. Henrion**, *Membre du comité d'évaluation de la recherche de la faculté d'ingénierie électrique de l'Université Technique de Prague*, 2015.
- **D. Henrion**, *Membre du comité de sélection des Directeurs des départements de Mathématique et de Contrôle de l'Université Technique de Prague*, 2017.
- **D. Henrion**, *Jury du prix Jean-Jacques Moreau de la Société Française de Mathématique (SMF)*, 2019.
- **D. Henrion**, *Membre du board du programme d'étude doctorales en Contrôle et Robotique de l'Université Technique Tchèque à Prague*, 2017-2019.

4.1.6 Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives

Contrats européens ERC en tant que porteur

1. TAMING : **Taming nonconvexity ?**, 2015–2019

Contrats européens (H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO , etc.) en tant que porteur

1. Projet ECOS C13E04 (Chili) : **Energy-efficient and robust approaches for the scheduling of production, services, and urban transport**, 2014–2016
2. projet trans-national ECO-INNOVERA EASY : **Energy-Aware feeding SYstems**, 2012–2016
3. PICS CNRS (Tchéquie) : **Semidefinite relaxations for polynomial optimization and differential equations**, 2016–2018
4. STIC-Amsud (Brésil-Chili) CODYSCO2 : **Control of dynamical systems under communication constraints**, 2018–2019
5. PRC CNRS-MoST Het-CPS : **Stabilité et commande des systèmes cyber-physiques hétérogènes**, 2018–2020

Contrats européens (H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO , etc.) en tant que partenaire

1. MSCA-RISE GEOSAFE : **Geospatial BAsed Environment for Optimisation Systems Addressing Fire Emergencies**, 2016–2020

2. MSCA-ITN POEMA : **Polynomial Optimization, Efficiency through Moments and Algebra**, 2019–2022
3. MathAmSud (Chili, Brésil, Colombie) ICoPS : **Inverse and control problems for physical systems**, 2017–2018
4. GDRI CNRS SpaDisco : **Systèmes à paramètres distribués et contraintes**, 2017–2020
5. ECOS Nord (Colombie) : **Problèmes des moments en contrôle et optimisation**, 2019–2020

Contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.) en tant que porteur

1. ANR : **RESPET**, octobre 2012–juillet 2015
2. ANR : **LIMICOS**, janvier 2013–décembre 2016
3. ANR : **PI COMODALITE**, octobre 2015–septembre 2019
4. ANR : **HANDY**, janvier 2019–janvier 2023
5. ANR Jeune Chercheur : **CONVAN**, octobre 2017–septembre 2021
6. ANR Jeune Chercheur : **HISPALIS**, octobre 2018–septembre 2022
7. FUI : **MAISEO**, Nouvelles solutions pour faire face aux restrictions d’eau en combinant culture écologiquement intensive du maïs et optimisation de la gestion territoriale de l’eau, 2013–2015

Contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.) en tant que partenaire

1. ANR : **ATHENA**, octobre 2013–octobre 2016
2. ANR : **SMARTEOLE**, octobre 2014–mars 2019
3. ANR : **FAST RELAX**, octobre 2014–mars 2019
4. ANR : **PERF4MANCE**, octobre 2018–septembre 2022

Contrats avec les collectivités territoriales en tant que porteur

1. Région Occitanie : **Evolearn**, Apprentissage évolutif pour la maintenance prédictive, janvier 2018–décembre 2019
2. Région Occitanie : **One StockPerf**, One Stock Performances, août 2016–juillet 2018
3. Région Midi-Pyrénées : **Smart Cooperation in Transportation & Logistics**, , décembre 2014–décembre 2016
4. Région Midi-Pyrénées : **ODEXA**, Optimisation de la digestion par Extraction continue ou discontinue de l’Ammoniac, janvier 2014–décembre 2016
5. Région Midi-Pyrénées : **ONCOGRADE**, Mise au point d’un pronostic moléculaire fin et rapide du grade de tumeur de cancer du sein en innovant dans la technologie de fabrication des biopuces à ADN et l’aide à la décision par application de l’intelligence artificielle, janvier 2014–décembre 2015

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

1. Fondation Mathématique Jacques Hadamard : OREM+OPAL+HYBOPHYD, **Optimisation sous contraintes de ressources énergétiques multiples**, 2013–2020
2. Fondation Mathématique Jacques Hadamard : **Autour de l’optimisation polynomiale**, 2013–2015

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

1. Fondation STAE : **CARPE, Contrôle Actif Robuste d’Écoulement de Plaque Épaisse**, 2014–2017

4.1.7 Post-doctorants et chercheurs seniors accueillis

Chercheurs temporaires

- **Victor Magron** (Janvier 2014-Septembre 2014): Contrat: Projet OPTIGACOM Fondation Simone et Cino del Duca de l'Institut de France , [154, 155]
- **Edouard Pauwels** (Janvier 2014-Septembre 2014): Contrat: Projet OPTIGACOM Fondation Simone et Cino del Duca de l'Institut de France , [156]
- **Margaux Nattaf** (Octobre 2016-Aout 2017): Contrat: ATER INSA, [157, 158]
- **Said Zabi** (Septembre 2016-Aout 2017): Contrat: ATER UPS, [159]
- **Cédric Josz** (Septembre 2016-Aout 2017): Contrat: ERC Taming, [160, 161]
- **Jérémy Rouot** (Décembre 2016-Novembre 2017): Contrat: ERC Taming, [162]
- **Pierre Coupechoux** (Octobre 2017-Aout 2018): Contrat: ATER INSA, [163, 164]
- **Antonino Sferlazza** (Mai 2017-Mars 2018): Contrat: Dotation Axe Synergy, [165]
- **Azeddine Cheref** (Avril 2017-Août 2018): Contrat: One Stock Performance, [166]
- **Swann Marx** (Septembre 2017-Aout 2019): Contrat: ERC Taming, [167, 168, 169]

Chercheurs accueillis

Parmi les 148 chercheurs accueillis, 24 viennent de la France, 60 viennent de l'Europe (11 de l'Italie, 10 de la République Tchèque, 9 de l'Allemagne, 8 de l'Espagne...) et 64 viennent du reste du monde (16 des Etats-Unis, 7 du Chili, 7 du Japon, 7 du Mexique...). Les durées de séjour varient entre quelques jours et 1 an : 61 sont venus entre une journée et une semaine; 46 sont venus plus d'une semaine mais moins d'un mois; 22 entre un et deux mois; 11 entre deux et six mois; enfin, 8 entre six mois et un an. La répartition des accueils par équipe est la suivante : 9 pour DISCO, 117 pour MAC et 22 pour ROC.

Longs séjours (de 1 an à 4 mois dans l'ordre décroissant des durées)

- **H. Ichihara** (avr. 2016-avr. 2017): Contrat: Sabatique, U Meiji, Japon, [170, 171]
- **G. Lopez Lopez** (sept. 2017-aout 2018): Contrat: Sabatique, CENIDET Mexique, []
- **V. M. Alvarado Martinez** (sept. 2017-aout 2018): Contrat: Sabatique, CENIDET Mexique, []
- **L. Moreira** (oct. 2016-aout 2017): Contrat: Thèse sandwich, Univ Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Bresil, [172, 173]
- **Y. Hosoe** (juin 2018-mars 2019): Contrat: Sabatique, U Kyoto, Japon, [174, 175]
- **G. Garaffa** (mars 2019-oct. 2019): Contrat: Séjour en cours de thèse, U Palerme, Italie, []
- **M. Vlk** (sept. 2016-mars 2017): Contrat: Séjour en cours de thèse, U Charles de Prague, Tchéquie, []
- **L. Martinez Salamero** (avr. 2018-juil. 2018): Contrat: Pr invité UPS, U. Rovira i Virgili , []
- **J. Sanchez Merino** (sept. 2018-dec. 2018): Contrat: Séjour en cours de thèse, U Seville, Espagne, []

Moyens séjours (de 3 à 1 mois dans l'ordre décroissant des durées)

- **N.M. Cid Garcia** (mars 2015-mai 2015): U Autonoma de Nuevo Leon, Mexique
- **N. Deak** (juil. 2015-sept. 2015): U Cluj, Roumanie
- **B. Fulop** (juil. 2015-sept. 2015): U Cluj, Roumanie
- **G. Cruz Campos** (oct. 2015-dec. 2015): U Campinas, Brésil
- **M. Pohl** (fév. 2019-avr. 2019): U Technologie de Munich, Allemagne
- **T. Mitchell** (mars 2015-avr. 2015): Courant Inst. NYU, Etats-Unis
- **M. Overton** (mars 2015-avr. 2015): Courant Inst. NYU, Etats-Unis
- **M. Mugerza Martinez** (oct. 2014-dec. 2014): U Pampelune, Espagne
- **K. Blesa** (mars. 2014-avr. 2014): U Politecnica de Catalunya, Espagne
- **P. Frasca** (aout 2016-sept. 2016): U Twente, Hollande
- **P Shcherbakov** (juin 2017-juil. 2017): Russian Acad Sci Moscou, Russie
- **J. Kileel** (juin 2016-juil. 2016): U Berkley, Etats-Unis
- **M Korda** (nov. 2015-dec. 2015): EPFL Lausanne, Suisse
- **A. Sferlazza** (nov. 2016-dec. 2016): U Palerme, Italie
- **P Millan Gata** (juin 2018-juil. 2018): U Loyola Seville, Espagne
- **B.-W. Hong** (juin 2018-juil. 2018): U Seoul, Corée du Sud
- **S Galeani** (sept. 2018-oct. 2018): U Roma Tor Vergata, Italie
- **A. Rodriguez del Nozal** (juin 2017-juil. 2017): U Loyala Seville, Espagne
- **A. Agnetis** (juin 2017-juil. 2017): U Sienne, Italie

- **P. Sucha** (juin 2017-juil. 2017): Czech Technical University, Rep. Tchèque
- **M. Putinar** (aout 2016-sept. 2016): U Californie Sant Barbara, Etats-Unis
- **H. Touati** (nov. 2014-dec. 2014): U Bordj Bou Arréridj, Algérie
- **A. Nawaz** (jan. 2017-jan. 2017): Deutsches Elektronen Synchrotron, Hambourg, Allemagne
- **A. Grastien** (oct. 2018-oct. 2018): Canberra, Australie
- **T. Peynot** (juin 2016-juil. 2016): U Sydney, Australie
- **P. Schauss** (mai 2019-mai 2019): UCLouvain, Belgique
- **Z. Li** (nov. 2018-dec. 2018): U Guizhou, Guiyang, Chine
- **J. Mo** (juil. 2017-juil. 2017): U Séoul, Corée du Sud
- **P. Frasca** (juin 2016-juil. 2016): U Twente, Hollande
- **S. Bouzidi-Hassini** (sept. 2014-sept. 2014): Ecole Normale Supérieure d’Informatique d’Alger, Algérie
- **D. Chatterjee** (juin 2017-juil. 2017): Indian Institute of Technology Bombay, Inde
- **S. Hara** (juin 2018-juin 2018): U Chuo, Tokyo, Japon
- **H. Touati** (dec. 2015-dec. 2015): U Bordj Bou Arréridj, Algérie
- **S. Foucart** (mai 2018-juin 2018): U Texas A&M, Etats-Unis
- **C. Cody** (fev. 2016-fev. 2016): Canberra, Australie
- **G. Steinbauer** (fev. 2017-fev. 2017): U Technologique de Graz, Autriche
- **J. Dvorak** (sept. 2014-oct. 2014): Czech Technical U, Prague, Tchéquie

Courts séjours (de 25 à 1 jours dans l’ordre décroissant des durées)

V. Alvarado Martinez S. Foucart A. Agnetis G. Lopez Lopez O. Lopez Santos M. Hewitt M. Putinar T. Som Pham J. Mo A. J. Rojas Norman A. Osses A. Mercado D. Wagner M. Sadat Sad Abadi V. Parada L. Pradenas Rojas O. Cret T. Som Pham P. Millan Gata Y. Hosoe S. Mondié R. Beerens D. Nestic L. Pradenas Rojas V. Parada F. Jimenez P. Millan Gata F. Gomez-Estern A. Sferlazza P. Trutman P. Peres D. Astolfi E. Fridman K. Sawada Y. Ebihara B. Jaywardhana V. Leite S. Foucart V. Cibulka M. Fink M. Frey A. Tanwani C. Scherer M. Daigle R. Sanfelice M. Putinar M. Petreczky D. Astolfi A. Selivanov S. Formentin A. Cristofaro K. Camlibel R. Beerens M. Kruzik T. Hanis D. Dimarogonas R. Sven Risuleo M. A. Gomes Alvarez G. Giordano H. Seidler J.M. Gomes da Silva Jr Q. Zhu C. Hermosilla M. Jungers P. Frasca M. Kruzik P. Shcherbakov N. Espitia D. Wagner M. Maggiore M. Sznaiier E. Panteley C. Hermosilla J.-M. Muller C. Prieur N. Brisebarre C. Prieur I. Prodan A. Sferlazza N. Trefethen S. Trenn R. Leus C. Lagoa E. Goubault A. Terrand-Jeanne A. Oustry B. Després M. Herda R. Sepulchre J. Carrasco Gomez P. Ascencio A. Rantzer S. Filip G. Froyland F. Spieksman E. Bernuau Y. Oishi

4.1.8 Indices de reconnaissance

Prix

1. **J.-B. Lasserre**, Simons-CRM Professor, 2019. Soutenu par la fondation Simons, prix attribué à des chercheurs reconnus exceptionnels en mathématiques. Il permet au CRM (Montréal) de les inviter pour des séjours longs.
2. **E. Hébrard**, Early Career Spotlight talk, 2018. IJCAI-ECAI 2018, Stockholm (Suède). Orateurs choisis parmi jeunes chercheurs (5-10 ans post-thèse) ayant un dossier de publication exceptionnel et une grande visibilité.
3. **S.U. Ngueveu**, 3ème Prix Robert Faure, 2018. Prix triennal décerné à de jeunes chercheurs (35 ans max) par la société française de Recherche Opérationnelle ROADEF pour une contribution originale en RO et aide à la décision.
4. **L. Travé-Massuyès**, Prix de service IFAC, 2018. Pour les contributions en tant que “financial chair” du IFAC World Congress, Toulouse, France, 9-14 July 2017, et en tant que membre du Comité Technique IFAC Safeprocess.
5. **J.-B. Lasserre**, John von Neumann Theory Prize, 2015. Prix annuel décerné par l’INFORMS pour avoir apporté des contributions théoriques fondamentales et durables en recherche opérationnelle et sciences de la gestion.
6. **J.-B. Lasserre**, Khachiyan Prize, 2015. Prix annuel décerné par l’Optimization Society de l’INFORMS à une personne ou une équipe pour l’ensemble de leur carrière et les apports dans le domaine de l’optimisation.

Prix de thèse

1. **F. Ferrante**, Prix des meilleures thèses GdR MACS, 2017. Pour sa thèse sur la quantification et l'intermittence de mesures dans les systèmes de commande : stabilité, stabilisation et synthèse d'observateurs, soutenue en 2015.
2. **C. Carbonnel**, Doctoral Research Award, 2017. Prix de la meilleure thèse de l'Association for Constraint Programming (ACP) pour sa thèse "Harnessing tractability in constraint satisfaction problems", soutenue en 2016.
3. **C. Carbonnel**, Prix Léopold Escande, 2017. Meilleures thèses de doctorat de Toulouse INP, pour sa thèse intitulée "Harnessing tractability in constraint satisfaction problems", soutenue en 2016.
4. **M. Siala**, Dissertation Award Honorable Mentions, 2016. European Association for Artificial Intelligence (EurAI) pour sa thèse "Search, propagation, and learning in sequencing and scheduling problems", soutenue en 2015.

Best paper

1. **E. Hébrard**, Best Paper Award à la conférence internationale CP (Lille, France), 2018. "Clause learning and new bounds for graph coloring"
2. **C. Carbonnel**, Best Student Paper à la conférence internationale CP (Toulouse, France), 2016. "The Dichotomy for Conservative Constraint Satisfaction Is Polynomially Decidable"
3. **C. Carbonnel**, Meilleur papier étudiant de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle à la conférence nationale JFPC (Montpellier), 2016. "Le méta-problème des langages Maltsev conservatifs"
4. **L. Berghman, C. Briand, R. Leus, P. Lopez**, Best Paper Award (Track Applications) à la conf. internationale ICORES, 2015. "The Truck scheduling problem at crossdocking terminals : exclusive versus mixed mode"
5. **N. Chaabane, C. Briand, M.-J. Huguet**, Best Paper Award (Track Methodologies and Technologies) à la conf. int. ICORES, 2014. "A Multi-Agent Min-Cost Flow problem with Controllable Capacities - Complexity of Finding a Maximum-flow Nash Equilibrium"

Distinctions

1. **IEEE Fellow**, 2016, L. Zaccarian (IEEE Fellow est la plus haute reconnaissance au sein des membres IEEE dont les travaux sont jugés d'un niveau exceptionnel dans les domaines d'intérêt de la société savante internationale IEEE (Institut of Electrical and Electronic Engineers). Moins de 0,1% des membres est nommé IEEE Fellow chaque année.)
2. **SIAM Fellow**, 2014, J.B. Lasserre (Le SIAM Fellows Program récompense des membres de la société savante internationale SIAM pour l'excellence de leurs contributions scientifiques qui ont permis des avancées majeures dans les domaines des mathématiques appliquées. (SIAM = Society for Industrial and Applied Mathematics))

Responsabilités dans des sociétés savantes internationales

(si les dates ne sont pas mentionnées l'activité est sur l'ensemble de la période)

1. ACP - Membre élu du Bureau exécutif de l'Association for Constraint Programming - **E. Hébrard** (2018-)
2. IFAC Technical Committee SAFEPROCESS - **L. Travé-Massuyès, A. Subias**
3. IFAC Technical Committee Aerospace - **C. Louembet** 2017-2020
4. IFAC Technical Committee Manufacturing Modelling for Management and Control - **C. Artigues** (-2014)
5. IFAC Technical Committee Distributed Parameter Systems - **L. Baudouin**
6. IFAC Technical Committee Robust Control - **D. Arzelier, D. Henrion, D. Peaucelle, S. Tarbouriech**
7. IFAC Technical Committee Modelling and Control of Environmental Systems - **I. Queinnec**
8. IFAC Technical Committee Biosystems and Bioprocesses - **I. Queinnec**
9. IFAC Technical Committee Networked Systems - **A. Seuret**
10. IFAC Technical Committee Nonlinear Control Systems - **A. Tanwani, S. Tarbouriech, L. Zaccarian**

11. IFAC Administration and Finance Committee - **D. Peaucelle** (2014-2017)
12. IFAC Policy Committee - **D. Peaucelle** (2017-2020)
13. IFAC Task force on conferences website development - **D. Peaucelle, L. Zaccarian** (2019)
14. IFAC Task force on support for conferences - **D. Peaucelle** (2018-2019)
15. IEEE-CSS Board of Governors, Student Activities Chair - **L. Zaccarian** (2019)
16. IEEE-CSS Technical Committee on Systems with Uncertainties - **D. Henrion, D. Peaucelle**
17. IEEE-CSS Technical Committee on Computational Aspects of Control System Design - **D. Henrion, D. Peaucelle**
18. IEEE-CSS Technical Committee on Hybrid Systems - **S. Tarbouriech, L. Zaccarian**
19. IEEE-CSS Technical Committee on Nonlinear Systems and Control - **L. Zaccarian**
20. ROADEF-EURO Membre du comité d'organisation du challenge ROADEF-EURO - **C. Artigues** (2010; 2012; 2014)

Responsabilités dans réseaux nationaux

(si les dates ne sont pas mentionnées l'activité est sur l'ensemble de la période)

1. Directrice du GdR MACS - **I. Queinnec** (2014-)
2. Co-Animateur GT systèmes à retard du GdR MACS - **A. Seuret** (-2018)
3. Co-Animatrice GT Sécurité / Surveillance / Supervision du GdR MACS - **A. Subias** (2019-)
4. Directeur-adjoint du GdR RO (Recherche Opérationnelle) - **C. Artigues** (2018-)
5. Membre du conseil scientifique du GdR RO - **C. Artigues**
6. Membre du bureau de la ROADEF (société française de Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision), Trésorier - **N. Jozefowicz** (2013-2017)
7. Co-Animatrice GT Contraintes du GdR RO - **M.-J. Huguet** (2015-)
8. Co-Animateur GT inter GdR IM/IA (Informatique-Mathématique/Intelligence Artificielle) - **E. Hebrard** (2018-)
9. Membre du conseil scientifique de la Fondation de recherche pour l'aéronautique et espace - **L. Travé-Massuyès**
10. Membre du conseil d'administration de l'AFPC (Association Française pour la Programmation par Contraintes) - **E. Hébrard** 2016-2018
11. Membre du Comité Directeur du réseau national GIS S-MART AIP-PRIMECA - **C. Briand**

Invitations à des colloques / congrès internationaux

1. **International network optimization conference (INOC)**, Avignon, June 2019, Linearization techniques for MINLP : recent developments, challenges and limits, S. U. Ngueveu.
2. **International Congress of Mathematicians (ICM)**, Rio de Janeiro (Brésil), 2018, The moment-SOS hierarchy, J.-B. Lasserre.
3. **Modern Topics in Quantum Information Conference and Workshop, International Institute of Physics (IIP)**, UFRN, Natal (Brésil), August 2018, J.-B. Lasserre,
4. **., Real Algebraic Geometry and its Applications Conference**, Innsbruck, August 2017, Sums of Squares. J.-B. Lasserre.
5. **SIAM Conference on Control and Its Applications (CT17)**, Pittsburgh, USA, July 2017, Moments and Positive Polynomials in Optimization and More, J.-B. Lasserre.
6. **Foundations of Computational Mathematics (FOCM2017)**, Barcelona, Spain, July 2017, Validated numerics for robust space mission design, M. Joldes.
7. **MATEMATICKÉ KOLOKVIUM, Prague (République tchèque)**, 16 Mai 2017, Moments and positive polynomials for optimization and more, J.-B. Lasserre.

8. **Int. Symposium on Scientific Computing, Computer Arithmetics and Verified Numerics, Uppsala, Sweden**, September 2016, Validated numerics for robust space mission design, M. Joldes.
9. **Workshop Non convex Optimization in Machine Learning de la Neural Information Processing Systems Foundation (NIPS 2016) conference, Barcelone**, Décembre 2016, , J.-B. Lasserre.
10. **Int. conf. on NETwork Games, COntrol and Optimization (NETCOOP), Avignon**, Novembre 2016, The moment-LP and moment-SOS approaches in polynomial optimization and some other applications, J.-B. Lasserre..
11. **Int. Conf. on Project Management & Scheduling (PMS), Munich, Allemagne**, 2014, Recent developments in mixed integer linear programming formulations for the resource-constrained scheduling problem, C. Artigues.
12. **IFAC Symposium on Robust Control Design (ROCOND), Bratislava, Slovaquie**, July 2015, LMI hierarchies in robust control, D. Henrion, D. Peaucelle.

Séjours dans des laboratoires étrangers L'analyse des séjours à l'étranger (hors conférences) donne une estimation de plus de 2400 jours dans des séjours à l'étranger. Les destinations sont principalement en Europe (Allemagne, Belgique, Espagne, Estonie, Hollande, Hongrie, Israël, Italie, Norvège, Royaume-Uni, Russie, Slovénie, Suède, Tchèque), Amérique Centrale et du Sud (Brésil, Chili, Colombie, Pérou), Amérique du Nord (Canada, États-Unis, Mexique), l'Australie et l'Asie (Chine, Japon, Singapour, Vietnam). Nous faisons le choix de ne pas rendre compte de tous ces séjours mais d'en identifier les plus importants à savoir les séjours liés à des coopérations de longue durée ainsi que les mobilités des doctorants en cours de thèse.

Séjours de plus d'un mois

1. **D. Henrion**, *Czech Tech Univ. (financement PICS et autres)*, Prague, Tchèque. plus de 20 séjours d'une semaine à 1 mois.
2. **L. Zaccarian**, *Univ. Trento*, Trento, Italie. plus de 20 séjours d'une semaine à 2 mois.
3. **I. Queinnec**, *Univ. Trento (invitée)*, Trento, Italie. 1 mois en 2017, 2018.
4. **S. Tarbouriech**, *Univ. Trento (invitée)*, Trento, Italie. 1 mois en 2017, 2018.
5. **S.U. Ngueveu**, *CIRRELT (mobilité INP)*, Montréal, Canada. 2 mois en 2019.
6. **S. Marx**, *Univ. of Deusto (invité)*, Bilbao, Espagne. 1 mois en 2019.
7. **C. Artigues**, *Royal Melbourne Institute of Technology (projet GEO-SAFE)*, Melbourne, Australie. 1 mois en 2017.
8. **E. Hébrard**, *Royal Melbourne Institute of Technology (projet GEO-SAFE)*, Melbourne, Australie. 1 mois en 2017.
9. **Y. Pencolé**, *Royal Melbourne Institute of Technology (projet GEO-SAFE)*, Melbourne, Australie. 1 mois en 2016.
10. **L. Zaccarian**, *Newcastle Univ. (invité)*, Newcastle, Australie. 2 mois en 2017.
11. **A. Tanwani**, *New York University (nvité)*, New-York, Etats-Unis. 1 mois en 2017.
12. **C. Artigues**, *Univ. Concepcion/Univ. Santiago*, Chili. 1 mois en 2015.
13. **S.U. Ngueveu**, *UANL (mobilité INP)*, Monterrey, Mexique. 2 × un mois en 2014 et 2015.

Mobilités de doctorants en cours de thèse. A défaut de renseignement le financement est conjoint par les écoles doctorales et les équipes.

1. **O. Polo Mejia**, *Université de Hagen*, Allemagne. 1 mois en 2019.
2. **P. Coupechoux**, *Royal Melbourne Institute of Technology (GEO-SAFE)*, Melbourne, Australie. 3 × 1 mois en 2016, 2017, 2018.
3. **M. Barreau**, *Univ. Stuttgart*, Allemagne. 3 mois en 2018.
4. **S. Bélières**, *Loyola Univ.*, Chicago, Etats-Unis. 2 mois en 2018.
5. **S. Bélières**, *Université Technologique d'Eindhoven*, Hollande. 2 mois en 2018.

6. **E. Glize**, *Vrije Universiteit*, Amsterdam, Hollande. 3 mois en 2018.
7. **S. Hadjeras**, *U Séville*, Espagne. 2 mois en 2018.
8. **U. Matchi Aïvodji**, *Univ. du Quebec*, Montreal, Canada. 2 mois en 2016.
9. **H. Leduc**, *Politecnico di Milano*, Italie. 2 mois en 2016.
10. **P.-A. Morin**, *KU Leuven*, Belgique. 3 mois en 2015.
11. **M. Nattaf**, *Universidad de Concepcion/Universidad de Santiago*, Chili. 3×1 mois en 2014, 2015, 2016.
12. **L. Dal Col**, *KTH*, Suède. 2 mois en 2015.
13. **R. Hess**, *CWI*, Amsterdam, Hollande. 2 mois en 2015.
14. **M. Nattaf**, *Institut informatique de Budapest*, Hongrie. 1 mois en 2014 et 2016.
15. **N. Chaabane**, *U Sienna*, Italie. 1 mois en 2014.

Organisation de colloques / congrès

IFAC World Congress 2017 Toulouse, France 9-14 Juillet 2017

- **D. Peaucelle** General Chair
- **L. Travé-Massuyès** Finance Chair
- **I. Queinnec** NOC co-chair
- **P. Ribot**, **E. Chanthery**, **E. Le Corrond**, **C. Albéa Sanchez**, **C. Louembet** Local arrangements chairs and vice-chairs
- **L. Houssin**, **L. Baudouin** IFAC 2017 events chairs and vice-chairs
- **A. Seuret**, **S. Tarbouriech**, **L. Zaccarian**, **F. Gouaisbaut** Program support chairs and vice-chairs
- **C. Jauberthie** Industrial task force chairs and vice-chairs

Conférences internationales

1. **I. Queinnec**, *9th IFAC Symposium on Robust Control Design (ROCOND'18)* (Comité d'organisation) Organizer, Brazil. (3-5 novembre 2018)
2. **L. Travé-Massuyès**, *29th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-2018)* (Chair) Internationale, Varsovie, Pologne. (27-30 août 2018)
3. **M.-J. Huguet**, **E. Hebrard**, **P. Lopez**, *International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming, CP 2016* (Organizers including Public Funding Chair, Webmaster) Internationale, Toulouse, France. (15-9 septembre 2016)
4. **N. Jozefowicz**, *Sixth international Workshop on Freight Transportation and Logistics* (Comité d'organisation) Internationale, Ajaccio, France. (31 mai au 5 juin 2015)
5. **Y. Pencolé**, **L. Travé-Massuyès**, *26th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-2015)* (Chairs) Internationale, Paris, France. (31 août au 3 septembre 2015)
6. **A. Subias**, *9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety for Technical Processes SAFEPROCESS'15* (National Organizing Committee member) Internationale, Paris, France. (2-4 septembre 2015)

Evénements nationaux et workshops

1. **E. Hebrard**, **M. Siala**, **P. Lopez**, **M.-J. Huguet**, *Journées Francophones de Programmation par Contraintes* (Organizer) Communauté francophone, Albi, France. (12-14 juin 2019)
2. **M.-J. Huguet**, *Plate-Forme Intelligence Artificielle PFIA 2019* (Comité d'organisation) Internationale, Toulouse, France. (1-5 juillet 2019)
3. **C. Artigues**, *Master Class Méthodes hybrides en optimisation combinatoire - Labex CIMI* (Organizer) Nationale, Toulouse, France. (4-5 juin 2018)
4. **C. Briand**, **S. Ulrich Ngueveu** et **M.-J. Huguet**, *12ème conférence internationale de modélisation et simulation, "L'essor des systèmes connectés dans l'industrie et les services" (MOSIM 2018)* (Organizer) Internationale, Toulouse, France. (22 au 29 juin 2018)

5. **J-B Lasserre**, *Workshop on Semi-Algebraic techniques for the Optimal Power Flow Problem and Stability Assessment of Power Systems* (Organizer) Internationale, Versailles, France. (16-17 janvier 2018)
6. **S. Tarbouriech, A. Seuret**, *Delays and Constraints in Distributed parameter systems Workshop - DECOD Workshop* (Comité d'organisation) Internationale, Toulouse, France. (21-23 novembre 2018)
7. **L. Zaccarian, D. Fournier-Prunaret**, *2017 Roberto Tempo Workshop on Uncertain Dynamical Systems* (Local organizer) Internationale, Banyuls-sur-Mer, France. (5-7 Juillet 2017)
8. **S. Ulrich Ngueveu**, *ELECTRIMACS 2017* (Comité d'organisation) Internationale, Toulouse, France. (4 au 6 juillet 2017)
9. **L. Zaccarian**, *Workshop Hybrid Dynamical Systems : optimization, stability and applications* (Organizer) Internationale, Trento, Italie. (janvier 2017)
10. **S. Tarbouriech**, *Workshop CO4 "Control subject to Computational and Communication Constraints"* (Organizer) Internationale, Toulouse, France. (Octobre 2016)
11. **A. Seuret**, *Complex Dynamical Systems emphasizing Delays and Interconnections - Delsys Workshop* (Vice-general Chair) Internationale, Gif-Sur-Yvette, France. (25-27 novembre 2015)
12. **A. Seuret**, *Complex Dynamical Systems emphasizing Distributed Parameter Systems - Delsys Workshop* (Vice-general Chair) Internationale, Grenoble, France. (12-14 novembre 2014)
13. **C. Jauberthie, L. Travé-Massuyès**, *Workshop ECC : A Set-membership Approach to Health Monitoring of Uncertain Systems : From Theory to Application* (Organizer) Internationale, Strasbourg, France. (24-27 juin 2014)

4.2 Intégration avec l'environnement

Cette section liste de façon non exhaustive des indicateurs concernant l'intégration à l'environnement, les impacts sur l'économie, la société et la culture.

4.2.1 Brevets, licences et déclarations d'invention

Inventions licenciées

1. I. Queinnec. "Logiciel de synthèse de contrôleurs robustes aux incertitudes et non-linéarités", (Convention de maturation réf. LS Partenariat 115748 réf. TTT : M 14-020), 07564-01, 24/10/2014.

Déclaration d'invention

1. C. Louembet, P. Arantes Gilz, F. Camps, M. Joldes. "Algorithme embarqué de guidage et contrôle du rendez-vous spatial", 09799-01, 07/09/2016, .
2. E. Hébrard. "Logiciel Mistral", 11431-01, 09/03/2018, .

Interactions avec les acteurs socio-économiques

Contrats de R&D avec des industriels

1. Contrat n°87724 : Application des outils de la commande optimale pour la génération automatique de plan de manœuvres pour des applications de rendez-vous et d'anticollision entre véhicules et débris orbitaux, 69000€, Financement : ASTRUM ;
2. Contrat n°90113 : Activités de recherche d'améliorations de l'outil MOST d'ordonnement des activités scientifiques de Philae dans le cadre du projet ROSETTA, 180110€, Financement : CNES ;
3. Contrat n°96618 : Méthode de guidage/contrôle RDV orbital proche et fortement contraint, 60000€, Financement : CNES ;

4. Contrat n°100210 : Expérimentation de la loi de contrôle adaptatif lors d'expériences de fin de vie du satellite PICARD, 30000€, Financement : CNES ;
5. Contrat n°117826 : Méthodes de Guidage/Contrôle robuste pour la phase d'approche entre deux véhicules orbitaux avec couplage des mouvements de translation et de rotation, 40000€, Financement : CNES/THALES ;
6. Contrat n°115596 : Diagnostic embarqué par OBCP, 26400€, Financement : THALES ;
7. Contrat n°146231 : Commande adaptative pour la transition de modes et sous-modes SCAO, 53658€, Financement : CNES ;
8. Contrat n°116716 : Stratégie de maintien à poste et de gestion du moment cinétique pour satellites GEO à propulsion tout électrique, 107316€, Financement : CNES/THALES ;
9. Contrat n°146026 : Outil de routage de liaisons entre équipements pour l'aménagement "charge utile d'un satellite de télécommunication, 20000€, Financement : THALES ;
10. Contrat n°149382 : Probabilité de collision globale et prise en compte dans le maintien à poste de satellites, 50000€, Financement : CNES ;
11. Contrat n°167484 : Approche par recherche opérationnelle de l'optimisation du fonctionnement d'un laboratoire en milieu nucléaire, 70000€, Financement : CEA ;
12. Contrat n°166443 : Etude bibliographique sur l'analyse de la stabilité aux grands mouvements des systèmes dynamiques algèbro-différentiels creux. Vers une application aux grands systèmes électriques, 15000€, Financement : RTE ;

Bourses Cifre

1. **G. Vinson**, *Mise en place d'un projet Health Monitoring pour les Actionneurs Electro-mécaniques et Electro-hydrauliques*, Messier-Bugatti-Dowty, 2010-2014, (Directeur de thèse : **M. Combacau, J.C. Mare**).
2. **G. Scano**, *Calcul d'itinéraires multiples et de trajets synchronisés dans des réseaux de transport multimodaux*, MobiGIS, 2013-2016, (Directeur de thèse : **M.J. Huguet, S. Ngueveu**).
3. **J. T. Camino**, *Co-optimisation charge utile satellite et système télécom*, Airbus Defense & Space, 2013-2017, (Directeur de thèse : **C. Artigues, L. Houssin**).
4. **M. Capelle**, *Optimisation pour les communications optiques dans les systèmes d'observation de la Terre*, Thalès Alenia Space, 2015-2018, (Directeur de thèse : **M.J. Huguet, N. Jozefowicz**).
5. **T. Obry**, *Apprentissage numérique et symbolique pour le diagnostic et la réparation automobile*, ACTIA, 2017-2020, (Directeur de thèse : **A. Subias, L. Travé-Massuyès**).
6. **C. Paya**, *Détection de décalages temporels pour le pilotage de flux de production complexes*, STMicroelectronics, 2018-2021, (Directeur de thèse : **E. Le Corronc, Y. Pencolé**).
7. **V. Antuori**, *Méthodes hybrides d'optimisation combinatoire et d'apprentissage machine pour le dimensionnement d'ateliers*, Renault, 2019-2022, (Directeur de thèse : **E. Hébrard, M.J. Huguet**).
8. **S. Bensid**, *Apprentissage et optimisation en maintenance prédictive*, Bosch, 2019-2022, (Directeur de thèse : **J. Moncel, C. Briand**).
9. **L. Blaise**, *Modélisation et résolution de problèmes d'ordonnancement au sein du solveur d'optimisation mathématique LocalSolver*, INNOVATION, 2019-2022, (Directeur de thèse : **C. Artigues**,).

4.2.2 Activités d'expertise scientifique

Rencontres avec le monde socioéconomique

1. **L. Baudouin**, *Participation à une journée "IA et Industrie" sur le thème IA et responsabilité*, SECAFI, 2019.
2. **M.-J. Huguet**, *Présentation "Algorithmes respectueux de la vie privée pour le covoiturage" à la journée "LAAS-IRIT-LAPLACE : panorama des recherches dans le domaine automobile"*, cluster Automotech - LAAS, 2018.
3. **C. Artigues, S. U. Ngueveu**, *présentations dans le cadre des LAAS RTDays*, <https://laasrt-days.sciencesconf.org/>, 2018.

4. **S. U. Ngueveu**, *organisation et poster à la journée entreprises/laboratoires "Transport / Nouvelles mobilités"*, , 2018.
5. **S. U. Ngueveu**, *participation au Workshop franco/nordique "Big Data - Energy and Networks" organisé par l'ambassade de France en Norvège*, <https://big-data-energy-networks-sustainability.b2match.io/>, 2017.

Produits destinés au grand public

Emissions radio, TV, presse écrite

1. **IFAC World Congress**, *Fil twitter du congrès ayant impliqué tous les membres du département DO*, <https://twitter.com/IFAC2017>, 2017.
2. **I. Queinnec**, *Mais que signifie automatique ?*, twitter.com/INS2I_CNRS/status/905801996191625217, 2017.
3. **D. Peauccelle**, *Mais, c'est quoi l'automatique ?*, twitter.com/INS2I_CNRS/status/902142415494152192, 2017.
4. **ROC**, *Mission Rosetta : l'équipe ROC à la Cité de l'espace pour l'atterrissage de Philae*, Communiqué de presse, <https://www.laas.fr/public/fr/contenu/rosetta>, 2014.

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

1. **MAC**, *Démonstration sur un dispositif appelé "Hélicoptère" pour illustrer des méthodes de commande en boucle fermée*, Fête de la Science, Chaque année.
2. **M. Barreau**, *Article intitulé "Stabilité et stabilisation de systèmes linéaires à l'aide d'inégalités matricielles linéaires" de vulgarisation autour de son sujet de thèse*, magazine Quadrature, 2019.
3. **M.-J. Huguet**, *Participation à conférence "Intelligence Artificielle : comprendre les principales techniques et les enjeux juridiques de leur utilisation"*, Université Toulouse 1 Capitole, 2019.
4. **M.-J. Huguet**, *Participation à une table ronde sur "Intelligence Artificielle : risque ou opportunité" et présentation d'une introduction à l'IA*, INSA de Toulouse, 2018.
5. **L. Travé-Massuyès**, *Intervention sur le diagnostic*, Revue de presse "L'ère de l'automatique : enjeux et défis de la voiture du futur", 2018.
6. **M. Barreau**, *Contrôle des systèmes de dimension infinie par des méthodes issues de la théorie de Lyapunov - https://www.youtube.com/watch?v=PcfBi3j8_9M*, Participation au concours "Ma Thèse en 180 secondes" jusqu'en finale régionale, 2018.
7. **U. M. Aivodji**, *Participation à un séminaire intitulé "Transparence et protection de vie privée à l'ère du big-data"*, Toulouse Data Science, 2017.
8. **ROC**, *Article sur les travaux de l'équipe, qui a participé à la mission Rosetta en créant pour le CNES un logiciel d'ordonnancement visant à optimiser la planification des expériences*, A la Une de la revue de la société anglaise de recherche opérationnelle IMPACT, 2016.
9. **U. M. Aivodji**, *Algorithmes pour le covoiturage et respectueux de la vie privée*, Fête de la Science, 2016.
10. **U. M. Aivodji**, *Mobilité et respect de la vie privée*, Participation au concours "Ma Thèse en 180 secondes", 2015.
11. **Y. Pencolé**, *Démonstration-conférence "Le diagnostic c'est automatique"*, Fête de la Science, 2014.

Accueil et échange avec étudiants et scolaires

1. **J. Moncel**, *Membre de la fédération de recherche Maths à modeler*, , .
2. **J. Moncel**, *Animation de 2 ateliers Maths En Jeans*, Lycée Savignac à Villefranche de Rouergue (Aveyron) et Collège Georges Pompidou à Cajarc (Lot), 2014 et 2015.
3. **DO**, *Accueil d'une délégation d'étudiants du département informatique de l'ENS Cachan*, LAAS, 2015.
4. **DISCO**, *Participations au projet "Sciences : Sensibilisation à l'application des mathématiques l'apprentissage automatique"*, Lycée St Sernin, 2015 et 2016.

5. **S. Ngeuveu, A. Seuret**, *Accueil d'une délégation de doctorants suédois*, LAAS, 2018.
6. **D. Arzelier, L. Baudouin, E. Glize, M. Siala, D. Peaucelle**, *Accueil d'une délégation d'étudiants de l'INSA Rennes*, LAAS, 2018.
7. **M. Joldes, M.J. Huguet**, *Accueil des lycéens lauréats du concours national de cryptographie*, Alkindi, 2018, 2019.

4.3 Formation par la recherche

Cette section aborde les activités liées à l'implication des membres du département dans la formation par la recherche.

4.3.1 Produits des activités pédagogiques et didactiques

Ouvrages

1. **F. Condotta, F. Le Ber, G. Ligozat, L. Travé-Massuyès**, *Qualitative reasoning about time and space*, ed. In : A Guided Tour of Artificial Intelligence Research Springer, 2019.
2. **M.O. Cordier, P. Dague, Y. Pencolé, L. Travé-Massuyès**, *Diagnosis and supervision : model based approaches*, ed. In : A Guided Tour of Artificial Intelligence Research Springer, 2019.

E-learning, moocs, cours multimedia, etc.

1. **C. Baron, L Urbain, J.M. Dautelle, P. Farail, B. Daniel-Allegro, E. Alata, J.C. Dalbin, J.M. Dilhac, P. Gauffillet, S. Lacroix, V. Mahout, V. Nicomette, F. Pothon, F. Reuzeau, C. Seguin, R. Sutra-Orus, J. Toulouse**, *Systèmes embarqués et objets connectés*, MOOC, INSA Toulouse, 2016.
2. **P.E. Hladik, V. Mahout**, *Développez en C pour l'embarqué*, MOOC, INSA Toulouse, 2018.

Cours doctoraux

1. **C. Artigues**, *Méthodes exactes pour l'ordonnancement*, Formation Doctorale, Ecole JC en Ordonnancement du GdR RO, 2017.
2. **L. Baudouin, E. Chanthery, I. Queinnec & al.**, *Éthique de la recherche et intégrité scientifique*, Formation Doctorale, École des docteurs de Toulouse, 2018.
3. **E. Chanthery, P. Ribot**, *Pronostic et gestion de santé*, Formation Doctorale, EDSYS, 2018.
4. **E. Hébrard**, *Resource Constraints for Scheduling*, Formation Doctorale, International Summer School co-organisée par "Association for Constraint Programming" et le GdR RO : Hybridization of Constraint Programming and Operational Research, 2017.
5. **E. Hébrard**, *Constraint programming*, Formation Doctorale, International Spring School on integrated operational problems GdR RO, 2018.
6. **P. Lopez**, *Programmation par contraintes pour l'ordonnancement*, Formation Doctorale, École JC en Ordonnancement du GdR RO, 2017.
7. **A. Tanwani**, *Calculus of Variations and Optimal Control*, Formation Doctorale, EDSYS, 2014.
8. **S. Tarbouriech**, *Technique anti-windup*, Formation, ISL, 2018.
9. **S. Tarbouriech**, *Systèmes non-linéaires*, Cours doctoral et master, UFRGS de Porto Alegre, Brésil, 2014.
10. **S. Tarbouriech**, *Introduction aux systèmes dynamiques hybrides*, Cours doctoral et master, UFRGS de Porto Alegre, Brésil, 2014.
11. **S. Tarbouriech, M. Jungers, A. Girard, L. Hetel**, *Commande sous contraintes de calcul et communication*, Cours doctoral, GDR MACS, 2015.
12. **S. Tarbouriech, L. Zaccarian, I. Queinnec**, *Systèmes saturés*, Cours doctoral, EDSYS, 2016.

13. **S. Tarbouriech, L. Zaccarian, I. Queinnec**, *Systèmes saturés*, Cours doctoral, Université de Trento, Italie, 2017.
14. **S. Tarbouriech**, *Systèmes saturés*, Cours doctoral, Université de Trento, Italie, 2018.
15. **S. Tarbouriech, I. Queinnec**, *Systèmes saturés*, Cours doctoral, Université de Séville, Espagne, 2018.
16. **L. Zaccarian**, *Nonlinear hybrid dynamical systems*, Cours doctoral, École doctorale, Université de Trento, Italie, 2015.
17. **L. Zaccarian**, *Nonlinear hybrid dynamical systems*, Cours doctoral, École doctorale, Université de Trento, Italie, 2016.
18. **L. Zaccarian**, *Tutorial on hybrid dynamical systems*, Cours doctoral, GDR MACS, 2015.

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

Productions scientifiques issues des thèses : 160 articles dans des conférences et 80 articles dans des journaux
 Nombre moyen d'articles par doctorant : 3,6 article dans des conférences et 1,2 article dans des journaux

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

Les étudiants sont inscrits majoritairement à l'école EDSYS (Ecole doctorale Systèmes) ou à l'école MITT (Ecole doctorale Mathématiques, Informatique, Télécommunications de Toulouse) dans une moindre mesure.

Dans le cas d'un étudiant en thèse inscrit à l'école doctorale EDSYS, deux points de suivi ont été mis en place par l'école doctorale et conjointement avec les équipes de recherche.

- Un entretien individuel mené par l'équipe de direction d'EDSYS à la fin de la première année.
- Suivant l'arrêté ministériel du 25 mai 2016, un comité de suivi individuel de thèse a été mis en place à EDSYS. Le comité de thèse est constitué de membres extérieurs à l'environnement scientifique du doctorant. Celui-ci se déroule en général à la fin de la seconde année et s'adosse non seulement sur un rapport écrit du doctorant (rapport ou présentation) mais aussi sur un entretien avec le comité de suivi.

Pour les étudiants inscrits à l'école doctorale MITT, un point de suivi est programmé durant la seconde année de la thèse. L'entretien organisé par l'école se concentre sur les conditions de travail du doctorant. Un point est également fait avec les directeurs de thèse.

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

Aide à la mobilité des étudiants : séjours de recherche à l'étranger : Le département DO, au travers ses équipes et avec l'aide des écoles doctorales, favorise la mobilité des doctorants pour un séjour de recherche à l'étranger. Ces séjours organisés souvent en seconde année durent entre 3 mois et 6 mois. Une partie des frais sont payés par l'école doctorale et les équipes de recherches participent au frais de voyage.

Étudiants participant à la fête de la science : de nombreux étudiants des trois groupes ont été amenés à participer à la fête de la science soit pour accompagner les visiteurs, soit en tant qu'orateurs.

Mise en place de séminaire par les étudiants : depuis fin 2018, un séminaire de doctorants est organisé par les étudiants de l'équipe MAC (matteotacchi.wordpress.com/seminaire-des-doctorants/). A ce jour, 4 séminaires organisés par les étudiants ont eu lieu.

Représentants doctorants au conseil de laboratoire et le conseil de doctorants : actuellement, trois étudiants de DO participent au conseil des doctorants.

Participation des étudiants à l'organisation de manifestations : durant la période de référence, un certain nombre d'étudiants a participé à l'organisation de conférences internationales : CP 2016 (International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming), IFAC World Congress 2017. De plus, les doctorants de DO ont en partie organisé le congrès EDSYS (congrès de l'école doctorale) en 2014 et 2016.

4.3.2 Formation

Nombre de personnes Habilitées à Diriger des Recherches (HDR) : 30 sur la période, 27 au printemps 2019

Nombre d'HDR soutenues : 7 (+1 en juin 2019)

[176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183]

Doctorants (nombre total) : 84

Doctorants bénéficiant d'un contrat spécifique au doctorat : 84

Nombre de thèses soutenues : 51 (+4 en juin-juillet 2019)

[184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238]

Durée moyenne des thèses : 40,4 mois

Stagiaires accueillis : 129

Les membres du département ont été impliqués dans le montage des formations suivantes :

1. **C. Albea-Sanchez, C. Briand, M. Combacau, E. Le Corronc, F. Gouaisbaut, L. Houssin, C. Jauberthie, C. Louembet, P. Ribot**, "*Master Electronique, Energie électrique, Automatique : parcours Robotique Décision et Commande (RODECO) et parcours Ingénierie des Systèmes Temps Réel (ISTR)*", Master Université Toulouse 3 - Paul Sabatier, 2015. Participation au montage des deux parcours de la dernière habilitation en 2015 et à son actualisation en vue la prochaine habilitation en 2020.
2. **E. Chanthery, P. Esquirol, G. Garcia, M.J. Huguet, N. Jozefowicz, M.V. Le Lann, V. Mahout, A. Subias**, "*5ème année INSA "Systèmes Distribués et Big Data" (filère de la spécialité Informatique-Réseaux) et "Systèmes Informatiques Embarqués Critiques" (filère commune aux spécialités Informatique-Réseaux et Automatique-Electronique)*", Master Ingénieur - INSA de Toulouse, 2017.. Participation au montage des cursus pour le renouvellement de l'accréditation CTI-2016 (commission des titres d'ingénieurs).
3. **M.J. Huguet**, "*Mastère spécialisé "Valorisation des Données Massives" (diplôme bac+6 des écoles d'ingénieurs). Diplôme conjoint INSA-N7 (math et info)*", Master INSA de Toulouse, 2018.. Participation au montage, formation portée conjointement par l'INSA et l'ENSEEIH.
4. **F. Gouaisbaut, P. Ribot**, "*Master PEnTE (Physique de l'Energie et de la Transmission Energétique)*", Master Université Toulouse 3 - Paul Sabatier, 2015. Participation au montage en partenariat avec le groupe EDF.

Responsabilités :

- C. Briand est directeur du Pôle AIP-PRIMECA de Toulouse depuis 2013.
- E. Chanthery a été responsable de la 5ème année INSA Systèmes Embarqués Critiques en 2015-2016.
- M. Combacau a été responsable du M2 ISTR de l'Université Paul Sabatier jusqu'en 2017.
- N. Jozefowicz a été directeur des études de la pré-orientation Modélisation-Informatique-Communication de l'INSA (2^e et 3^e années INSA) de 2015 à 2017.
- F. Gouaisbaut est responsable du M1 ISTR-RODECO de l'Université Paul Sabatier.
- P. Esquirol est directeur des études du département Génie Électrique et Informatique de l'INSA depuis 2017
- M.J. Huguet a été responsable de la 5ème année INSA Ingénierie Logicielle de 2013 à 2016 puis est responsable de la nouvelle filière Systèmes Distribués et Big Data depuis 2017.

Bibliographie

- [1] Francesco Saverio Panni, Harald Waschl, Daniel Alberer, and Luca Zaccarian. Position Regulation of an EGR Valve Using Reset Control with Adaptive Feedforward. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 22(6) :2424 – 2431, November 2014. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01851140>, doi:10.1109/TCST.2014.2308915.
- [2] Julien Moncel, Jérémie Thiery, and Ariel Wasserhole. Computational performances of a simple interchange heuristic for a scheduling problem with an availability constraint. *Computers & Industrial Engineering*, 67 :216–222, January 2014. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02074379>, doi:10.1016/j.cie.2013.08.017.
- [3] Lara Briñon Arranz, Alexandre Seuret, and Carlos Canudas de Wit. Cooperative Control Design for Time-Varying Formations of Multi-Agent Systems. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 59(8) :pp.2283–2288, August 2014. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00932841>.
- [4] Lyamine Hedjazi, Joseph Aguilar-Martin, Marie-Véronique Le Lann, and Tatiana Kempowsky-Hamon. Membership-margin based feature selection for mixed type and high-dimensional data : Theory and applications. *Information Sciences*, 322 :174–196, November 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01998674>, doi:10.1016/j.ins.2015.06.007.
- [5] Elodie Chanthery, Louise Travé-Massuyès, and Saurabh Indra. Fault Isolation on Request Based on Decentralized Residual Generation. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A : Systems and Humans*, (99), October 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01229077>, doi:10.1109/TSMC.2015.2479192.
- [6] Quentin Gaudel, Elodie Chanthery, and Pauline Ribot. Hybrid Particle Petri Nets for Systems Health Monitoring under Uncertainty. *International Journal of Prognostics and Health Management*, 6, June 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01229083>.
- [7] Renaud Pons, Audine Subias, and Louise Travé-Massuyès. Iterative hybrid causal model based diagnosis : Application to automotive embedded functions. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 37 :319–335, January 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01400360>, doi:10.1016/j.engappai.2014.09.016.
- [8] Gilles Simonin, Christian Artigues, Emmanuel Hébrard, and Pierre Lopez. Scheduling scientific experiments for comet exploration. *Constraints*, 20(1) :77 – 99, 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01108961>, doi:10.1007/s10601-014-9169-3.
- [9] Panwadee Tangpattanakul, Nicolas Jozefowicz, and Pierre Lopez. A multi-objective local search heuristic for scheduling Earth observations taken by an agile satellite. *European Journal of Operational Research*, 245(2) :542–554, September 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01162839>, doi:10.1016/j.ejor.2015.03.011.
- [10] Alessandro Agnetis, Cyril Briand, Jean-Charles Billaut, and Přemysl Šůcha. Nash equilibria for the multi-agent project scheduling problem with controllable processing times. *Journal of Scheduling*, 18(1) :pp.15–27, 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01231028>, doi:10.1007/s10951-014-0393-x.
- [11] Alexandre Seuret, Frédéric Gouaisbaut, and Emilia Fridman. Stability of discrete-time systems with time-varying delays via a novel summation inequality. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 60(10) :2740 – 2745, February 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01109796>, doi:10.1109/TAC.2015.2398885.

- [12] Lara Briñon Arranz, Luca Schenato, and Alexandre Seuret. Distributed Source Seeking via a Circular Formation of Agents Under Communication Constraints. *IEEE Transactions on Control of Network Systems*, 3(2) :104 – 115, May 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01358978>, doi:10.1109/TCNS.2015.2428391.
- [13] Georgia Deaconu, Christophe Louembet, and Alain Théron. Designing Continuously Constrained Spacecraft Relative Trajectories for Proximity Operations. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 38(7) :pp.1208–1217, July 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01078528>, doi:10.2514/1.G000283.
- [14] Christophe Louembet, Denis Arzelier, and Georgia Deaconu. Robust Rendezvous Planning Under Maneuver Execution Errors. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 38(1) :pp.76–93, January 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01078508>, doi:10.2514/1.G000391.
- [15] Moussa Maiga, Nacim Ramdani, Louise Travé-Massuyès, and Christophe Combastel. A Comprehensive Method for Reachability Analysis of Uncertain Nonlinear Hybrid Systems. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 61(9) :2341–2356, 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01650701>, doi:10.1109/tac.2015.2491740.
- [16] Margaux Nattaf, Christian Artigues, Pierre Lopez, and David Rivreau. Energetic reasoning and mixed-integer linear programming for scheduling with a continuous resource and linear efficiency functions. *OR Spectrum*, 38(2) :pp. 459–492, March 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01234466>, doi:10.1007/s00291-015-0423-x.
- [17] Emmanuel Hébrard, Marie-José Hugué, Nicolas Jozefowicz, Adrien Maillard, Cédric Pralet, and Gérard Verfaillie. Approximation of the parallel machine scheduling problem with additional unit resources. *Discrete Applied Mathematics*, 215 :pp.126–135, December 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01354589>, doi:10.1016/j.dam.2016.07.003.
- [18] Marwane Bouznif, Julien Moncel, and Myriam Preissmann. A constant time algorithm for some optimization problems in rotagraphs and fasciagraphs. *Discrete Applied Mathematics*, 208 :pp.27–40, July 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01579781>, doi:10.1016/j.dam.2016.03.009.
- [19] Sandra Ulrich Ngueveu, Christian Artigues, and Pierre Lopez. Scheduling under non-reversible energy sources. *Discrete Applied Mathematics*, 208 :pp. 98–113, July 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01163925>.
- [20] Fabio Todeschini, Simone Formentin, Giulio Panzani, Matteo Corno, Sergio M. Savaresi, and Luca Zaccarian. Nonlinear Pressure Control for BBW Systems via Dead-Zone and Antiwindup Compensation. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 24(4) :1419 – 1431, July 2016. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01851133>, doi:10.1109/TCST.2015.2483562.
- [21] Ulrich Matchi Aïvodji, Sébastien Gambis, Marie-José Hugué, and Marc-Olivier Killijian. Meeting points in ridesharing : A privacy-preserving approach. *Transportation research. Part C, Emerging technologies*, 72 :pp.239 – 253, November 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01380170>, doi:10.1016/j.trc.2016.09.017.
- [22] João Manoel Gomes Da Silva, Isabelle Queinnec, Alexandre Seuret, and Sophie Tarbouriech. Regional Stability Analysis of Discrete-Time Dynamic Output Feedback Under Aperiodic Sampling and Input Saturation. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 61(12) :pp.4176 – 4182, December 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01474407>, doi:10.1109/TAC.2016.2553365.
- [23] Mioara Joldes, Olivier Marty, Jean-Michel Muller, and Valentina Popescu. Arithmetic algorithms for extended precision using floating-point expansions. *IEEE Transactions on Computers*, 65(4) :pp.1197 – 1210, April 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01111551>, doi:10.1109/TC.2015.2441714.
- [24] Vincent Andrieu, Christophe Prieur, Sophie Tarbouriech, and Luca Zaccarian. A hybrid scheme for reducing peaking in high-gain observers for a class of nonlinear systems. *Automatica*, 72 :pp.138–146, October 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01357122>, doi:10.1016/j.automatica.2016.06.013.
- [25] Sophie Tarbouriech, Alexandre Seuret, J. M. Gomes da Silva Jr, and D Sbarbaro. Observer-based event-triggered control co-design for linear systems. *IET Control Theory and Applications*, 10(18) :2466–2473, 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01358990>, doi:10.1049/iet-cta.2016.0167.
- [26] Jean Bernard Lasserre. A MAX-CUT FORMULATION OF 0/1 PROGRAMS. *Operations Research Letters*, 44(2) :158–164, 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01154698>.

- [27] Alexandre Seuret, Christophe Prieur, Sophie Tarbouriech, and Luca Zaccarian. LQ-based event-triggered controller co-design for saturated linear systems. *Automatica*, 74 :47–54, October 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01344252>, doi:10.1016/j.automatica.2016.07.004.
- [28] Christophe Prieur, Sophie Tarbouriech, and João M Gomes Da Silva. Wave Equation With Cone-Bounded Control Laws. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 61(11) :3452–3463, 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01448483>, doi:10.1109/TAC.2016.2519759.
- [29] Romain Serra, Denis Arzelier, Mioara Joldes, Jean Bernard Lasserre, Aude Rondepierre, and Bruno Salvy. Fast and Accurate Computation of Orbital Collision Probability for Short-Term Encounters. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 39(5) :1009–1021, May 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01132149>, doi:10.2514/1.G001353.
- [30] Houssam-Eddine Gougam, Yannick Pencolé, and Audine Subias. Diagnosability analysis of patterns on bounded labeled prioritized Petri nets. *Discrete Event Dynamic Systems*, 27(1) :pp.143–180, March 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01574475>, doi:10.1007/s10626-016-0234-5.
- [31] Mei Zhang, Ze-tao Li, Michel Cabassud, and Boutaieb Dahhou. Root cause analysis of actuator fault based on invertibility of interconnected system. *International Journal of Modelling, Identification and Control*, vol. 27(n° 4) :pp. 256–270, June 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01763870>, doi:10.1504/IJMIC.2017.10005535.
- [32] Didier Henrion, Simone Naldi, and Mohab Safey El Din. SPECTRA -a Maple library for solving linear matrix inequalities in exact arithmetic. *Optimization Methods and Software*, 2017. Significantly extended version. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01393022>.
- [33] Soheib Fergani, Lghani Menhour, Olivier Sename, Luc Dugard, and Brigitte D’andréa-Novel. Integrated vehicle control through the coordination of longitudinal/lateral and vertical dynamics controllers : Flatness and LPV/H ∞ based design. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 27(18) :4992–5007, December 2017. L’article final contient 16 pages. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01509787>, doi:10.1002/rnc.3846.
- [34] Christian Artigues. On the strength of time-indexed formulations for the resource-constrained project scheduling problem. *Operations Research Letters*, 45(2) :pp.154–159, March 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01461447>, doi:10.1016/j.orl.2017.02.001.
- [35] Markus Frey, Rainer Kolisch, and Christian Artigues. Column Generation for Outbound Baggage Handling at Airports. *Transportation Science*, page 35p., June 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01614391>, doi:10.1287/trsc.2017.0739.
- [36] Roberto Baldacci, Sandra Ulrich Ngueveu, and Roberto Wolfler Calvo. The Vehicle Routing Problem with Transshipment Facilities. *Transportation Science*, 51(2) :592 – 606, May 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01880025>, doi:10.1287/trsc.2016.0711.
- [37] Edouard Pauwels, Didier Henrion, and Jean Bernard Lasserre. Linear conic optimization for inverse optimal control. *SIAM Journal on Control and Optimization*, 54(3) :pp.1798–1825, May 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01080428>.
- [38] Andrea Bisoffi, Francesco Biral, Mauro Da Lio, and Luca Zaccarian. Longitudinal Jerk Estimation of Driver Intentions for Advanced Driver Assistance Systems. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 22(4) :1531 – 1541, August 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01700165>, doi:10.1109/TMECH.2017.2716838.
- [39] Leticia Vargas, Nicolas Jozefowicz, and Sandra Ulrich Ngueveu. A dynamic programming operator for tour location problems applied to the covering tour problem. *Journal of Heuristics*, 23(1) :53 – 80, February 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01880031>, doi:10.1007/s10732-017-9324-2.
- [40] Dimitri Peaucelle, Yoshio Ebihara, and Yohei Hosoe. Robust observed-state feedback design for discrete-time systems rational in the uncertainties. *Automatica*, 76 :pp.96–102, February 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01225068>.
- [41] Laura Dal Col, Sophie Tarbouriech, and Luca Zaccarian. H ∞ control design for synchronisation of identical linear multi-agent systems. *International Journal of Control*, 91(10) :2214–2229, July 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01700166>, doi:10.1080/00207179.2017.1336672.
- [42] Lucie Baudouin, Maya de Buhan, and Sylvain Ervedoza. Convergent algorithm based on Carleman estimates for the recovery of a potential in the wave equation. *SIAM Journal on Numerical Analysis*, 55(4) :pp.1578–1613, July 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01352772>.

- [43] Mioara Maria Joldes, Jean-Michel Muller, and Valentina Popescu. Tight and rigorous error bounds for basic building blocks of double-word arithmetic. *ACM Transactions on Mathematical Software*, 44(2) :1 – 27, 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01351529>, doi:10.1145/3121432.
- [44] Laura Dal Col, Sophie Tarbouriech, Luca Zaccarian, and Michel Kieffer. A consensus approach to PI gains tuning for quality-fair video delivery. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 27(9) :pp.1547–1565, June 2017. URL : <https://hal-centralesupelec.archives-ouvertes.fr/hal-01576615>, doi:10.1002/rnc.3739.
- [45] Yoshio Ebihara, Dimitri Peaucelle, and Denis Arzelier. Steady-state analysis of delay interconnected positive systems and its application to formation control. *IET Control Theory and Applications*, 11(16) :2783 – 2792, November 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01760482>, doi:10.1049/iet-cta.2017.0315.
- [46] Fabrizio Dabbene, Didier Henrion, and Constantino Lagoa. Simple Approximations of Semialgebraic Sets and their Applications to Control. *Automatica*, 78 :pp.110–118, April 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01198948>.
- [47] Jean Bernard Lasserre. Representation of chance-constraints with strong asymptotic guarantees. *IEEE Control Systems Letters*, 1(1) :pp.50–55, July 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01487006>, doi:10.1109/LCSYS.2017.2704295.
- [48] Qiaochu Li, Carine Jauberthie, Lilianne Denis-Vidal, and Zohra Cherfi. Optimal input design for parameter estimation in a bounded-error context for nonlinear dynamical systems. *Automatica*, 92 :86 – 91, June 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01914534>.
- [49] Tuan Anh Tran, Carine Jauberthie, Françoise Le Gall, and Louise Travé-Massuyès. Evidential box particle filter using belief function theory. *International Journal of Approximate Reasoning*, 93 :40 – 58, February 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01739540>, doi:10.1016/j.ijar.2017.10.028.
- [50] Nacim Ramdani, Louise Travé-Massuyès, and Carine Jauberthie. Mode discernibility and bounded-error state estimation for nonlinear hybrid systems. *Automatica*, 91 :118–125, May 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01930370>, doi:10.1016/j.automatica.2018.01.022.
- [51] Sandra Ulrich Ngueveu. Piecewise linear bounding of univariate nonlinear functions and resulting mixed integer linear programming-based solution methods. *European Journal of Operational Research*, November 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01444317>.
- [52] Idir Hamaz, Laurent Houssin, and Sonia Cafieri. Robust Basic Cyclic Scheduling Problem. *EURO Journal on Computational Optimization*, 6(3) :291–313, September 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01635856>, doi:10.1007/s13675-018-0100-3.
- [53] Sophie Tarbouriech, Isabelle Queinnec, and Christophe Prieur. Nonstandard use of anti-windup loop for systems with input backlash. *IFAC Journal of Systems and Control*, 8 :33–42, 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01984387>.
- [54] Matthieu Barreau, Alexandre Seuret, Frédéric Gouaisbaut, and Lucie Baudouin. Lyapunov stability analysis of a string equation coupled with an ordinary differential system. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 63(11) :3850 – 3857, December 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01548256>, doi:10.1109/TAC.2018.2802495.
- [55] Alexandre Seuret and Frédéric Gouaisbaut. Stability of linear systems with time-varying delays using Bessel-Legendre inequalities. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 63(1) :pp.225–232, January 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01537184>, doi:10.1109/TAC.2017.2730485.
- [56] Alexandre Seuret, Christophe Prieur, Sophie Tarbouriech, A R Teel, and Luca Zaccarian. A nonsmooth hybrid invariance principle applied to robust event-triggered design. *IEEE Transactions on Automatic Control*, September 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01526331>, doi:10.1109/TAC.2018.2863188.
- [57] Andrea Bisoffi, Mauro Da Lio, Andrew Teel, and Luca Zaccarian. Global Asymptotic Stability of a PID Control System with Coulomb Friction. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 63(8) :2654–2661, August 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01700168>, doi:10.1109/TAC.2017.2774443.
- [58] Olesia Mokrenko, Carolina Albea, Suzanne Lesecq, and Luca Zaccarian. A hybrid control law for energy-oriented tasks scheduling in wireless sensor networks. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 26(6) :1995–2007, November 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01402876>, doi:10.1109/TCST.2017.2750999.

- [59] Lucie Baudouin, Emmanuelle Crépeau, and Julie Valein. Two approaches for the stabilization of nonlinear KdV equation with boundary time-delay feedback. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01643321>.
- [60] Vincent Andrieu, Bayu Jayawardhana, and Sophie Tarbouriech. Some Results on Exponential Synchronization of Nonlinear Systems. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 63(4) :1213–1219, April 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01324150>, doi:10.1109/TAC.2017.2789244.
- [61] Florent Bréhard, Nicolas Brisebarre, and Mioara Joldes. Validated and numerically efficient Chebyshev spectral methods for linear ordinary differential equations. *ACM Transactions on Mathematical Software*, 44(4) :44 :1–44 :42, July 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01526272>, doi:10.1145/3208103.
- [62] Lucie Baudouin, Aude Rondepierre, and Simon Neild. Robust control of a cable from a hyperbolic partial differential equation model. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01096851>, doi:10.1109/TCST.2018.2797938.
- [63] Angelo Alessandri and Luca Zaccarian. Stubborn state observers for linear time-invariant systems. *Automatica*, 88 :1 – 9, February 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01700167>, doi:10.1016/j.automatica.2017.10.022.
- [64] Begum Genc, Mohamed Siala, Gilles Simonin, and Harry O’Sullivan. Complexity Study for the Robust Stable Marriage Problem. *Theoretical Computer Science*, 2019. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01974431>, doi:10.1016/j.tcs.2018.12.017.
- [65] Clément Gazzino, Denis Arzelier, Christophe Louembet, Luca Cerri, Christelle Pittet, and Damiana Losa. Long-Term Electric-Propulsion Geostationary Station-Keeping via Integer Programming. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, pages 1–16, January 2019. URL : <https://hal.laas.fr/hal-02053120>, doi:10.2514/1.G003644.
- [66] M. Cocetti, Sophie Tarbouriech, and Luca Zaccarian. High-Gain Dead-Zone Observers for Linear and Nonlinear Plants. *IEEE Control Systems Letters*, 3(2) :356–361, April 2019. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01970882>, doi:10.1109/LCSYS.2018.2880931.
- [67] Yohann De Castro, Fabrice Gamboa, Didier Henrion, Roxana Hess, and Jean Bernard Lasserre. Approximate Optimal Designs for Multivariate Polynomial Regression. *Annals of Statistics*, 47(1) :127–155, January 2019. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01483490>.
- [68] Lucie Baudouin, Alexandre Seuret, and Frédéric Gouaisbaut. Stability analysis of a system coupled to a heat equation. *Automatica*, 99 :195–202, January 2019. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01566455>, doi:10.1016/j.automatica.2018.10.021.
- [69] Mahdiah S. Sadabadi and Dimitri Peaucelle. From Static Output Feedback to Structured Robust Static Output Feedback : A Survey. *Annual Reviews in Control*, 42(11-26), October 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01342560>, doi:10.1016/j.arcontrol.2016.09.014.
- [70] Christophe Prieur, Isabelle Queinnec, Sophie Tarbouriech, and Luca Zaccarian. Analysis and synthesis of reset control systems. *Foundations and Trends® in Systems and Control*, 6(2-3) :117–338, February 2019. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02005357>, doi:10.1561/26000000017.
- [71] Alexandre Seuret, Hitay Ozbay, Catherine Bonnet, and Hugues Mounier. *Low-Complexity Controllers for Time-Delay Systems*. Springer, 2014. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01997786>, doi:10.1007/978-3-319-05576-3.
- [72] Alexandre Seuret, Laurentiu Hetel, Jamal Daafouz, and Karl E. Johansson. *Delays and Networked Control Systems*, volume 6 of *Advances in Delays and Dynamics*. Springer, June 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01342071>.
- [73] Jean-Paul Laumond, Nicolas Mansard, and Jean Bernard Lasserre. *Geometric and Numerical Foundations of Movements*, volume 117 of *Springer Tracts in Advanced Robotics*. Springer International Publishing, 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01590779>, doi:10.1007/978-3-319-51547-2.
- [74] Sophie Tarbouriech, Antoine Girard, and Laurentiu Hetel. *Control Subject to Computational and Communication Constraints*, volume 475 of *Lecture Notes in Control and Information Sciences*. Springer, April 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01818954>, doi:10.1007/978-3-319-78449-6.
- [75] Yoshio Ebihara, Dimitri Peaucelle, and Denis Arzelier. *S-Variable Approach to LMI-Based Robust Control*. January 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01760625>, doi:10.1007/978-1-4471-6606-1.

- [76] Jean Bernard Lasserre. *An Introduction to Polynomial and Semi-Algebraic Optimization*. Cambridge University Press, February 2015. URL : <https://hal.laas.fr/hal-02095856>, doi:10.1017/CBO9781107447226.
- [77] Jean-Michel Muller, Nicolas Brunie, Florent de Dinechin, Claude-Pierre Jeannerod, Mioara Joldes, Vincent Lefèvre, Guillaume Melquiond, Nathalie Revol, and Serge Torres. *Handbook of Floating-point Arithmetic (2nd edition)*. Birkhäuser Basel, July 2018. URL : <https://hal.inria.fr/hal-01766584>, doi:10.1007/978-3-319-76526-6.
- [78] Sophie Tarbouriech, Isabelle Queinnec, Jean-Marc Biannic, and Christophe Prieur. Pilot-Induced-Oscillations alleviation through anti-windup based approach. In G. Fasano and J. D. Pinter (eds.), editors, *Space Engineering Modeling and Optimization with Case Studies*, volume 114 of *Springer Optimization and Its Applications*. Springer, 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01393193>.
- [79] Christian Artigues, Billaut Jean-Charles, Azeddine Cheref, Nasser Mebarki, and Zakaria YAHOUNI. Robust Machine Scheduling Based on Group of Permutable Jobs. In Doumpos M., Zopounidis C., and Grigoroudis E., editors, *Robustness Analysis in Decision Aiding*, volume 241 of *Optimization, and Analytics. International Series in Operations Research & Management Science*, pages 191–220. Springer, 2016. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01875889>, doi:10.1007/978-3-319-33121-8_9.
- [80] Edouard Pauwels, Didier Henrion, and Jean Bernard Lasserre. Positivity certificates in optimal control. In Springe, editor, *Geometric and Numerical Foundations of Movements*, volume 117 of *Springer Tracts in Advanced Robotics*, pages pp.113–131. Springer, 2017. Chapter of the book “Geometric and Numerical Foundations of Movements”, J.-P. Laumond, N. Mansard et J.B. Lasserre Eds., Springer Tracts in Advanced Robotics, New York, 2017 ISBN-10 : 1461407680; ISBN-13 : 978-1461407683. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01311874>.
- [81] Aneel Tanwani, Christophe Prieur, and Sophie Tarbouriech. Stabilization of Linear Hyperbolic Systems of Balance Laws with Measurement Errors. In S.Tarbouriech, A. Girard, , and L. Hetel, editors, *Control subject to computational and communication constraints*, pages 357–374. Springer, June 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01827106>.
- [82] Sophie Tarbouriech, Alexandre Seuret, Christophe Prieur, and Luca Zaccarian. Insights on event-triggered control for linear systems subject to norm-bounded uncertainty. In S.Tarbouriech, A. Girard, , and L. Hetel, editors, *Control subject to computational and communication constraints*, pages 181–196. Springer, June 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01827110>.
- [83] Aneel Tanwani, Debasish Chatterjee, and Daniel Liberzon. Stabilization of Deterministic Control Systems Under Random Sampling : Overview and Recent Developments. In *Uncertainty in Complex Networked Systems*, pages 209–246. December 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01962130>, doi:10.1007/978-3-030-04630-9_6.
- [84] D. Arzelier, F. Dabbene, S. Formentin, D. Peaucelle, and Luca Zaccarian. Robust Static Output Feedback Design with Deterministic and Probabilistic Certificates. In *Uncertainty in Networked Systems : In Honor of Roberto Tempo*, pages 121–148. December 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01970884>, doi:10.1007/978-3-030-04630-9_3.
- [85] Quentin Gaudel, Elodie Chanthery, Pauline Ribot, and Matthew J. Daigle. Diagnosis of hybrid systems using Hybrid Particle Petri nets : theory and application on a planetary rover. In Moamar Sayed-Mouchaweh, editor, *Fault Diagnosis of Hybrid Dynamic and Complex Systems*, pages 209–241. Springer Verlag, 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01905006>, doi:10.1007/978-3-319-74014-0_9.
- [86] Yannick Pencolé, Louise Travé-Massuyès, and Philippe Dague, editors. *Proceedings of the 26th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-2015)*, volume 1507 of *CEUR Workshop Proceedings*, Paris, France, November 2015. Yannick Pencolé and Louise Travé-Massuyès and Philippe Dague. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01227807>.
- [87] Emmanuel Hebrard, editor. *JFPC 2016*, Montpellier, France, June 2016. Philippe Vismara. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01340084>.
- [88] Dimitri Peaucelle, Kurosh Madani, and O. Gusikhin, editors. *Informatics in Control, Automation and Robotics*, Lisbonne, France, January 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01762661>, doi:10.1007/978-3-319-55011-4.
- [89] Denis Dochain, Didier Henrion, and Dimitri Peaucelle, editors. *20th IFAC World Congress Toulouse, France, 9–14 July 2017 PROCEEDINGS*, volume 50 of *IFAC-PapersOnLine*, Toulouse, France, August 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01762813>.

- [90] Yannick Pencolé. DITO : a CSP-based diagnostic engine. In *Twenty-first European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'14)*, Prague, Czech Republic, August 2014. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01929533>.
- [91] Houssam-Eddine Gougam, Audine Subias, and Yannick Pencolé. Discriminability Analysis of Supervision Patterns by Net Unfoldings. In *12th IFAC International Workshop on Discrete Event Systems (2014)-IFAC Proceedings Volumes*, volume 47, pages 459 – 464, Cachan, France, May 2014. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01847155>, doi:10.3182/20140514-3-FR-4046.00136.
- [92] Christian Bessière, Emmanuel Hébrard, Marc-André Ménard, Claude-Guy Quimper, and Toby Walsh. Buffered Resource Constraint : Algorithms and Complexity. In *CPAIOR : Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming*, volume LNCS of *Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming*, pages 318–333, Cork, Ireland, May 2014. Springer. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01023267>, doi:10.1007/978-3-319-07046-9\23.
- [93] Clément Carbonnel, Martin Cooper, and Emmanuel Hébrard. On Backdoors to Tractable Constraint Languages. In Barry O’Sullivan, editor, *Principles and Practice of Constraint Programming*, volume 8656 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 224–239, Lyon, France, September 2014. Springer. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01154625>, doi:10.1007/978-3-319-10428-7\18.
- [94] Christian Bessière, Emmanuel Hébrard, George Katsirelos, Zeynep Kiziltan, Emilie Picard-Cantin, Claude-Guy Quimper, and Toby Walsh. The Balance Constraint Family. In *CP : Principles and Practice of Constraint Programming*, volume LNCS, pages 174–189, Lyon, France, September 2014. URL : <https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/lirmm-01067459>, doi:10.1007/978-3-319-10428-7\15.
- [95] Christian Artigues, Emmanuel Hébrard, Valentin Mayer-Eichberger, Mohamed Siala, and Toby Walsh. SAT and Hybrid Models of the Car Sequencing Problem. In *11th International Conference, CPAIOR 2014, Cork, Ireland, May 19-23, 2014.*, volume 8451 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 268–283, Cork, Ireland, May 2014. Springer. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00991036>, doi:10.1007/978-3-319-07046-9\19.
- [96] Nadia Fakhfakh Chaabane, Cyril Briand, and Marie-José Huguet. A Multi-agent Min-Cost Flow problem with Controllable Capacities : Complexity of Finding a Maximum-Flow Nash Equilibrium. In *International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES)*, page 8p., Angers, France, March 2014. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00957660>.
- [97] Cédric Pralet, Gérard Verfaillie, Adrien Maillard, Emmanuel Hébrard, Nicolas Jozefowicz, Marie-José Huguet, Thierry Desmousseaux, Pierre Blanc-Paques, and Jean Jaubert. Satellite Data Download Management with Uncertainty about the Generated Volumes. In AAAI, editor, *24th International Conference on Automated Planning and Scheduling (ICAPS)*, Proceedings of the Twenty-Fourth International Conference on Automated Planning and Scheduling, Portsmouth, New Hampshire, United States, June 2014. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01954509>.
- [98] Milan Korda, Didier Henrion, and Colin N. Jones. Controller design and region of attraction estimation for nonlinear dynamical systems. In *19th World Congress of the International Federation of Automatic Control (IFAC 2014)*, pages 20p., Paper MoC13.6, Le Cap, South Africa, August 2014. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00871051>.
- [99] Stefan Streif, Didier Henrion, and Rolf Findeisen. Probabilistic and Set-based Model Invalidation and Estimation using LMIs. In *19th World Congress of the International Federation of Automatic Control (IFAC 2014)*, page 15p.; Paper TuB14.3, Le Cap, South Africa, August 2014. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00910264>.
- [100] Prathyush P. Menon, Alexandre Seuret, and Chris Edwards. Consensus Control Laws with Guaranteed Performance in Presence of Fixed Delays. In *European Control Conference 2014*, page 6p., Strasbourg, France, June 2014. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00992794>.
- [101] Romain Serra, Denis Arzelier, Mioara Joldes, Jean Bernard Lasserre, Aude Rondepierre, and Bruno Salvy. A New Method to Compute the Probability of Collision for Short-term Space Encounters. In *AIAA/AAS Astrodynamics Specialist Conference*, page 6p., San Diego, United States, August 2014. URL : <https://hal.inria.fr/hal-01092420>, doi:10.2514/6.2014-4366.
- [102] Simone Formentin, Fabrizio Dabbene, Roberto Tempo, Luca Zaccarian, and Sergio Savaresi. Scenario optimization with certificates and applications to anti-windup design. In *IEEE 53rd Annual Conference on*

- Decision and Control (CDC 2014)*, pages 2810–2815, Los Angeles, United States, December 2014. IEEE. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01851202>, doi:10.1109/CDC.2014.7039820.
- [103] Mioara Joldes, Jean-Michel Muller, and Valentina Popescu. On the computation of the reciprocal of floating point expansions using an adapted Newton-Raphson iteration. In *25th IEEE International Conference on Application-specific Systems, Architectures and Processors, ASAP*, page 8, Zurich, Switzerland, June 2014. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00957379>.
- [104] Nathalie Andrea Barbosa Roa, Louise Travé-Massuyès, and Victor Hugo Grisales Palacio. Trend-Based Dynamic Classification for on-line Diagnosis of Time-Varying Dynamic Systems. In *9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes*, Paris, France, September 2015. IFAC. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01205313>.
- [105] Louise Travé-Massuyès, Renaud Pons, Pauline Ribot, Yannick Pencolé, and Carine Jauberthie. Condition-based Monitoring and Prognosis in an Error-Bounded Framework. In *26th international workshop on Principles of Diagnosis*, Paris, France, August 2015. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01929470>.
- [106] Mohamed Siala, Christian Artigues, and Emmanuel Hébrard. Two Clause Learning Approaches for Disjunctive Scheduling. In Gilles Pesa, editor, *Principles and Practice of Constraint Programming*, volume 9255 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 393–402, Cork, Ireland, August 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01229050>, doi:10.1007/978-3-319-23219-5\28.
- [107] Mikaël Capelle, Slim Abdellatif, Marie-José Huguet, and Pascal Berthou. Online Virtual Links Resource Allocation in Software-Defined Networks. In *IFIP Networking 2015 Conference*, Toulouse, France, May 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01107598>.
- [108] L Berghman, Cyril Briand, R Leus, and Pierre Lopez. The Truck Scheduling Problem at Crossdocking Terminals - Exclusive versus Mixed Mode. In *4th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES 2015)*, pages pp.247–253, Lisbonne, Portugal, January 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01230870>, doi:10.5220/0005205102470253.
- [109] Carolina Albea, Germain Garcia, and Luca Zaccarian. Hybrid dynamic modeling and control of switched affine systems : application to DC-DC converters. In *54th IEEE Conference on Decision and Control*, Osaka, Japan, December 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01220447>.
- [110] Aneel Tanwani and Stephan Trenn. On Detectability of Switched Linear Differential-Algebraic Equations. In *IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2015)*, Osaka, Japan, December 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01238646>.
- [111] Aneel Tanwani, Andrew Teel, and Christophe Prieur. On Using Norm Estimators for Event-Triggered Control with Dynamic Output Feedback. In *54th IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2015)*, Osaka, Japan, December 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01238648>.
- [112] Mohammadreza Chamanbaz, Fabrizio Dabbene, Dimitri Peaucelle, and Roberto Tempo. R-RoMulOC : A unified tool for randomized and robust multiobjective control. In *IFAC Symposium ROCOND*, volume 48, pages 144 – 149, Bratislava, Slovakia, July 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01760567>, doi:10.1016/j.ifacol.2015.09.448.
- [113] Clément Carbonnel. The Dichotomy for Conservative Constraint Satisfaction is Polynomially Decidable. In Michel Ruehe, editor, *22nd International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming (CP'16)*, volume 9892 of *Principles and Practice of Constraint Programming 22nd International Conference, CP 2016, Toulouse, France, September 5-9, 2016, Proceedings*, pages 130 – 146, Toulouse, France, September 2016. Springer. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01413124>, doi:10.1007/978-3-319-44953-1\9.
- [114] Clément Carbonnel. The Meta-Problem for Conservative Mal'tsev Constraints. In *Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-16)*, Phoenix, Arizona, United States, February 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01230681>.
- [115] Clément Carbonnel and Emmanuel Hébrard. Propagation via Kernelization : The Vertex Cover Constraint. In Michel Ruehe, editor, *The 22nd International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming*, volume 9892 of *Principles and Practice of Constraint Programming*, pages 147 – 156, Toulouse, France, September 2016. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01459870>, doi:10.1007/978-3-319-44953-1\10.

- [116] Christian Bessière, Emmanuel Hébrard, George Katsirelos, Toby Walsh, and Zeynep Kiziltan. Ranking Constraints. In *IJCAI : International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pages 705–711, New York City, United States, July 2016. URL : <https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/lirmm-01374715>.
- [117] Jean-Thomas Camino, Christian Artigues, Laurent Houssin, and Stéphane Mourgues. Mixed-integer linear programming for multibeam satellite systems design : Application to the beam layout optimization. In *2016 Annual IEEE Systems Conference (SysCon)*, pages 1–6, Orlando, FL, United States, April 2016. IEEE. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01351492>, doi:10.1109/SYSCON.2016.7490613.
- [118] Luca De Pascali, Matteo Cocetti, Francesco Biral, Andrea Palazzetti, Fabrizio Panizzolo, Pier Paolo Rinaldi, Alex Sassaro, and Luca Zaccarian. LMI-based non-overshooting pressure control design for a wet clutch. In *IEEE Conference on Control Applications (CCA 2016)*, Buenos Aires, Argentina, September 2016. IEEE. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01851151>, doi:10.1109/CCA.2016.7587857.
- [119] Jean-Thomas Camino, Christian Artigues, Laurent Houssin, and Stéphane Mourgues. A Decomposition Method for Frequency Assignment in Multibeam Satellite Systems. In *International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES)*, page 11P., Lisbonne, Portugal, January 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01231332>, doi:10.5220/0005218700230033.
- [120] S Fergani, C Jauberthie, and L Travé-Massuyès. Automotive vehicle sideslip angles estimation in a bounded-error context. In *IFAC WORLD CONGRESS*, Toulouse, France, July 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01884636>.
- [121] Tuan Anh Tran, Carine Jauberthie, Françoise Le Gall, and Louise Travé-Massuyès. Interval Kalman filter enhanced by positive definite upper bounds. In *IFAC World Congrès*, page 6p., Toulouse, France, July 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01561951>.
- [122] Pauline Ribot, Elodie Chanthery, and Quentin Gaudel. HPPN-based Prognosis for Hybrid Systems. In *Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society 2017*, Proceedings of the Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society 2017, St. Petersburg, United States, October 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01579483>.
- [123] Carlos Gustavo Pérez, Elodie Chanthery, Louise Travé-Massuyès, and J Sotomayor. Fault-Driven Structural Diagnosis Approach in a Distributed Context. In *20th World Congress of the International Federation of Automatic Control, IFAC 2017 World Congress*, IFAC-PapersOnLine proceedings series, pages pp.14819–14824, Toulouse, France, July 2017. Elsevier. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01579467>.
- [124] Alexandre Sahuguède, Euriell Le Corronc, and Yannick Pencolé. Design of indicators for the detection of time shift failures in (max, +)-linear systems. In *20th IFAC World Congress*, page 7P., Toulouse, France, July 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01534552>.
- [125] Clément Carbonnel and Emmanuel Hébrard. On the Kernelization of Global Constraints. In *International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2017)*, page 7p., Melbourne, Australia, August 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01670318>.
- [126] Mikael Capelle, Marie-José Huguet, Nicolas Jozefowicz, and Xavier Olive. A hierarchical approach for the selection of optical ground stations maximizing the data transfer from low-earth observation satellites. In *IEEE International Conference on Communications (ICC 2017)*, page 6p., Paris, France, May 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01540963>.
- [127] Giulia Michieletto, Angelo Cenedese, Luca Zaccarian, and Antonio Franchi. Nonlinear Control of Multi-Rotor Aerial Vehicles Based on the Zero-Moment Direction. In *IFAC World Congress 2017*, Toulouse, France, July 2017. accepted to the 20th IFAC World Congress, Toulouse, France (2017). URL : <https://hal.laas.fr/hal-01513229>.
- [128] Pablo Millán, Alvaro Rodrigues Del Nozal, Luca Zaccarian, Luis Orihuela, and Alexandre Seuret. Distributed implementation and design for state estimation. In *IFAC 2017 World Congress The 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control*, page 6p., Toulouse, France, July 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01587462>.
- [129] Daniele Astolfi, Angelo Alessandri, and Luca Zaccarian. Stubborn ISS redesign for nonlinear high-gain observers. In *20th IFAC World Congress, IFAC 2017*, Toulouse, France, July 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01568347>.
- [130] Paulo Ricardo Arantes Gilz, Mioara Joldes, Christophe Louembet, and Frédéric Camps. Model predictive control for rendezvous hovering phases based on a novel description of constrained trajectories. In

- IFAC World Congress*, pages pp.7490–7495, Toulouse, France, July 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01484764>.
- [131] Giulio Panzani, T. Colombo, Sergio M Savaresi, and Luca Zaccarian. Hybrid control of a hydro-pneumatic tractor suspension. In *2017 IEEE 56th Annual Conference on Decision and Control (CDC)*, Melbourne, Australia, December 2017. IEEE. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01700157>, doi:10.1109/CDC.2017.8263674.
- [132] Alexandre Sahuguède, Euriell Le Corrionc, and Marie-Véronique Le Lann. Chronicle Discovery for Diagnosis from Raw Data : A Clustering Approach. In *10th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety for Technical Processes, SAFEPROCESS 2018*, page 8p., Varsaw, Poland, August 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01817529>.
- [133] C G Pérez-Zuñiga, Elodie Chanthery, Louise Travé-Massuyès, Javier Sotomayor, and Christian Artigues. Decentralized Diagnosis via Structural Analysis and Integer Programming. In *10th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety for Technical Processes, SAFEPROCESS 2018*, page 7p., Varsovie, Poland, August 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01882324>.
- [134] J Bolting and S Fergani. Set membership estimation applied to the localization of small UAS in tight flight formations. In *ICCAS 2018*, YongPyong, South Korea, October 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01884592>.
- [135] Nathalie Verdier, Carine Jauberthie, and Louise Travé-Massuyès. Improvements in bounded error parameter estimation using distribution theory. In *European Control Conference (ECC 2018)*, Limassol, Cyprus, June 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01966316>.
- [136] Emmanuel Hébrard. Reasoning About NP-complete Constraints. In *27th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2018)*, page 5p., Stockholm, Sweden, July 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01873503>.
- [137] Estèle Glize, Nicolas Jozefowicz, and Sandra Ulrich Ngueveu. An exact column generation-based algorithm for Bi-Objective Vehicle Routing Problems. In *International Symposium on Combinatorial Optimization (ISCO)*, Marrakesh, Morocco, April 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01816861>.
- [138] Emmanuel Hébrard and George Katsirelos. Conflict Directed Clause Learning for the Maximum Weighted Clique Problem. In *27th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2018)*, page 8p., Stockholm, Sweden, July 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01873485>.
- [139] Emmanuel Hébrard and George Katsirelos. Clause Learning and New Bounds for Graph Coloring. In *International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming (CP 2018)*, page 17p., Lille, France, August 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01873500>.
- [140] Francisco Rodolfo BARBOSA-ANDA, Frédéric Lerasle, Cyril Briand, and Alhayat Ali Mekonnen. Soft-Cascade Learning with Explicit Computation Time Considerations. In *2018 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision*, Proceedings of 2018 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, Lake Tahoe, United States, March 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01726292>.
- [141] Nathalie A Barbosa, Louise Travé-Massuyès, and Victor H Grisales. Diagnosability improvement of dynamic clustering through automatic learning of discrete event models. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1) :1037–1042, July 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02004430>, doi:10.1016/j.ifacol.2017.08.214.
- [142] Matteo Della Rossa, Aneel Tanwani, and Luca Zaccarian. Max-Min Lyapunov Functions for Switching Differential Inclusions. In *57th IEEE- Conference on Decision and Control (CDC 2018)*, Miami, United States, December 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01951377>.
- [143] Guillaume Davy, Eric Féron, Pierre-Loïc Garoche, and Didier Henrion. Experiments in Verification of Linear Model Predictive Control : Automatic Generation and Formal Verification of an Interior Point Method Algorithm. In *22nd International Conference on Logic for Programming Artificial Intelligence and Reasoning (LPAR-22)*, page 17p., Awassa, Ethiopia, November 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01681134>.
- [144] Matthieu Barreau, Frédéric Gouaisbaut, and Alexandre Seuret. Stabilization of an unstable wave equation using an infinite dimensional dynamic controller. In *57th IEEE Conference on Decision and Control (CDC)*, Miami Beach, United States, December 2018. Andrew R. Teel. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01845845>.

- [145] Matthieu Barreau, Frédéric Gouaisbaut, and Alexandre Seuret. Static State and Output Feedback Synthesis for Time-Delay Systems. In *ECC 2018*, Limassol, France, June 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01639829>.
- [146] Flavien Deschaux, Frédéric Gouaisbaut, and Yassine Ariba. Nonlinear control for an uncertain electromagnetic actuator. In *57th IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2018)*, page 6p., Miami, United States, December 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01868623>.
- [147] R. Beerens, A. Bisoffi, Luca Zaccarian, W.P.M.H. P M H Heemels, H. Nijmeijer, and N. Van De Wouw. Hybrid PID control for transient performance improvement of motion systems with friction. In *2018 American Control Conference*, pages 539–544, Milwaukee (WI), United States, June 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01970887>, doi:10.23919/ACC.2018.8431613.
- [148] Jean Bernard Lasserre. THE MOMENT-SOS HIERARCHY. In *International Congress of Mathematicians 2018 (ICM 2018)*, page 21p., Rio de Janeiro, Brazil, August 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01856182>.
- [149] Philipp Braun, Christopher M Kellett, and Luca Zaccarian. Unsafe Point Avoidance in Linear State Feedback. In *57th IEEE Conference on Decision and Control (CDC)*, pages 2372–2377, Miami Beach (FL), United States, December 2018. IEEE. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01995607>.
- [150] Dimitri Peaucelle and Yoshio Ebihara. Affine Versus Multi-Affine Models for S-Variable LMI Conditions. In *9th IFAC Symposium on Robust Control Design (ROCOND 2018)*, page 8p., Florianopolis, Brazil, September 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01713146>.
- [151] Luca Zaccarian, Luca De Pascali, Francesco Biral, Matteo Cocetti, and Sophie Tarbouriech. A kinematic observer with adaptive dead-zone for vehicles lateral velocity estimation. In *15th International Workshop on Advanced Motion Control (AMC 2018)*, Tokyo, Japan, March 2018. IEEE. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01851144>, doi:10.1109/AMC.2019.8371146.
- [152] Frédéric Camps, Paulo Ricardo Arantes Gilz, Mioara Joldes, and Christophe Louembet. Embedding a SDP-based control algorithm for the orbital rendezvous hovering phases. In *International Conference on Integrated Navigation Systems*, Saint Petersburg, Russia, June 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01729956>.
- [153] Emmanuel Hébrard and George Katsirelos. A Hybrid Approach for Exact Coloring of Massive Graphs. In *Sixteenth International Conference on the Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research (CPAIOR 2019)*, Thessaloniki, Greece, June 2019. URL : <https://hal.laas.fr/hal-02076298>.
- [154] Victor Magron, Didier Henrion, and Jean Bernard Lasserre. Approximating Pareto Curves using Semidefinite Relaxations. *Operations Research Letters*, 42(6-7) :pp.432–437, September 2014. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00980625>.
- [155] Victor Magron, Didier Henrion, and Jean Bernard Lasserre. Semidefinite approximations of projections and polynomial images of semialgebraic sets. *SIAM Journal on Optimization*, 25(4) :pp. 2143–2164, 2015. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01075343>.
- [156] Edouard Pauwels, Didier Henrion, and Jean Bernard Lasserre. Inverse optimal control with polynomial optimization. In *IEEE Conference on Decision and Control (CDC)*, pages pp.5581–5586, Los Angeles, United States, December 2014. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00961722>.
- [157] Margaux Nattaf, Christian Artigues, and Pierre Lopez. Cumulative scheduling with variable task profiles and concave piecewise linear processing rate functions. *Constraints*, 22(4) :pp.530–547, October 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01546131>, doi:10.1007/s10601-017-9271-4.
- [158] Margaux Nattaf, Markó Horváth, Tamás Kis, Christian Artigues, and Pierre Lopez. Polyhedral results and valid inequalities for the continuous energy-constrained scheduling problem. *Discrete Applied Mathematics*, January 2019. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01977452>, doi:10.1016/j.dam.2018.11.008.
- [159] Saïd Zabi, Isabelle Queinnec, Germain Garcia, and Michel Mazerolles. Time-optimal control for the induction phase of anesthesia. In *20th IFAC World Congress*, pages 12708–12713, Toulouse, France, July 2017. IFAC. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01573821>.
- [160] Cédric Jozs, Jean Bernard Lasserre, and Bernard Mourrain. Sparse polynomial interpolation : sparse recovery, super resolution, or Prony? working paper or preprint, November 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01575325>.

- [161] Cédric Jozs and Didier Henrion. Strong duality in Lasserre’s hierarchy for polynomial optimization. *Optimization Letters*, 10(1) :pp.3–10, January 2016. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00997726>, doi:10.1007/s11590-015-0868-5.
- [162] Jean Bernard Lasserre and Jérémy Rouot. On inverse optimal control via polynomial optimization. In *IEEE 56th Annual Conference on Decision and Control (CDC 2017)*, pages 721–726, Melbourne, Australia, December 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01493034>, doi:10.1109/CDC.2017.8263745.
- [163] Laurent Beaudou, Pierre Coupechoux, Antoine Dailly, Sylvain Gravier, Julien Moncel, Aline Parreau, and Eric Sopena. Octal Games on Graphs : The game 0.33 on subdivided stars and bistars. *Theoretical Computer Science*, 746 :19–35, October 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01418153>, doi:10.1016/j.tcs.2018.06.018.
- [164] Pierre Coupechoux, Marc Demange, David Ellison, and Bertrand Jouve. Firefighting on Trees. *Theoretical Computer Science*, 2019. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02020751>.
- [165] Antonino Sferlazza, Sophie Tarbouriech, and Luca Zaccarian. Time-varying Sampled-data Observer with Asynchronous Measurements. *IEEE Transactions on Automatic Control*, May 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01488636>, doi:10.1109/TAC.2018.2839974.
- [166] Azeddine Cheref, Alessandro Agnetis, Christian Artigues, and Jean-Charles Billaut. Complexity results and algorithms for an integrated single machine scheduling and outbound delivery problem with fixed sequence. *Journal of Scheduling*, 20(6) :pp.681–693, December 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01529299>, doi:10.1007/s10951-017-0540-2, 2017.
- [167] Aneel Tanwani, Swann Marx, and Christophe Prieur. Local Input-to-State Stabilization of 1-D Linear Reaction-Diffusion Equation with Bounded Feedback. In *23rd International Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems (MTNS2018)* , page 6p., Hong Kong, China, July 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01785104>.
- [168] Lucie Baudouin, Swann Marx, and Sophie Tarbouriech. Event-triggered damping stabilization of a linear wave equation. working paper or preprint, January 2019. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01968409>.
- [169] Swann Marx, Edouard Pauwels, Tillmann Weisser, Didier Henrion, and Jean Bernard Lasserre. Tractable semi-algebraic approximation using Christoffel-Darboux kernel. working paper or preprint, April 2019. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02085835>.
- [170] Hiroyuki Ichihara, Kenji Sawada, and Sophie Tarbouriech. Invariant set analysis for SISO discrete-time polynomial systems with dynamic quantizers. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 28(17) :5495–5508, November 2018. URL : <https://hal.laas.fr/hal-02025286>, doi:10.1002/rnc.4326.
- [171] Hiroyuki Ichihara, Shinya Kajihara, Yoshio Ebihara, and Dimitri Peaucelle. Formation Control of Mobile Robots Based on Interconnected Positive Systems. In *IFAC World Congress*, volume 50, pages 8441 – 8446, Toulouse, France, July 2017. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01760487>, doi:10.1016/j.ifacol.2017.08.755.
- [172] Luciano G Moreira, L. B Groff, João Manoel Gomes da Silva Jr, and Sophie Tarbouriech. Event-triggered PI control for continuous plants with input saturation. In *American Control Conference (ACC 2016)*, pages 4251 – 4256, Boston, United States, July 2016. IEEE. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01856308>, doi:10.1109/ACC.2016.7525590.
- [173] Sophie Tarbouriech, Alexandre Seuret, Luciano G. Moreira, and João-Manoel Gomes Da Silva. Observer-based event-triggered control for linear systems subject to cone-bounded nonlinearities. In *IFAC World Congress*, pages pp.8165–8170, Toulouse, France, July 2017. URL : <https://hal.laas.fr/hal-01497747>.
- [174] Yohei Hosoe and Dimitri Peaucelle. S-variable approach to robust stabilization state feedback synthesis for systems characterized by random polytopes. In *2016 European Control Conference (ECC)*, Aalborg, Denmark, June 2016. IEEE. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01760551>, doi:10.1109/ECC.2016.7810589.
- [175] Yohei Hosoe, Tomomichi Hagiwara, and Dimitri Peaucelle. Robust Stability Analysis and State Feedback Synthesis for Discrete-Time Systems Characterized by Random Polytopes. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 63(2) :556 – 562, February 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01760478>, doi:10.1109/TAC.2017.2730586.

- [176] Christophe Louembet. *Contributions to the guidance for the space rendezvous by solving the optimal impulse control problem*. Habilitation à diriger des recherches, UT3 Paul Sabatier, June 2017. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01960763>.
- [177] Alexandre Seuret. *Contributions to the Stability Analysis and Control of Networked Systems*. Accreditation to supervise research, UT3 Paul Sabatier, December 2017. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01881095>.
- [178] Dimitri Peaucelle. *Integral Quadratic Separation and its use for robust control*. Habilitation à diriger des recherches, UT3 Paul Sabatier, December 2014. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01102186>.
- [179] Lucie Baudouin. *Problèmes inverses et commande robuste de quelques équations aux dérivées partielles*. Habilitation à diriger des recherches, UT3 Paul Sabatier, June 2014. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01067485>.
- [180] Yannick Pencolé. *Diagnostic : étude d'un raisonnement complexe et multi-dimensionnel*. Habilitation à diriger des recherches, UT3 Paul Sabatier, septembre 2018. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01984666>.
- [181] Elodie Chanthery. *Vers des systèmes plus autonomes : contributions autour de la tâche de diagnostic dans une architecture embarquée*. Habilitation à diriger des recherches, Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse), July 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01882329>.
- [182] Carine Jauberthie. *Estimation of uncertain dynamical systems and related properties. Application to health-monitoring*. Habilitation à diriger des recherches, UT3 Paul Sabatier, October 2016. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01483801>.
- [183] Mioara Maria Joldes. *Validated symbolic-numeric algorithms and practical applications in aerospace*. Habilitation à diriger des recherches, UT3 Paul Sabatier, June 2019. URL : <https://hal.laas.fr/tel-02178705>.
- [184] Tuan Anh Tran. *A unified framework for modeling statistical and bounded uncertainties : application to fault detection and isolation of uncertain dynamic systems via estimation*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, novembre 2017. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01705119>.
- [185] John William Vásquez Capacho. *Chronicle Based Alarm Management*. Thèse, INSA Toulouse, octobre 2017. Thèse en cotutelle avec l'Universidad de los Andes, Colombie. URL : <https://hal.laas.fr/tel-02059631>.
- [186] Nathalie Andrea Barbosa Roa. *A data-based approach for dynamic classification of functional scenarios oriented to industrial process plants*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, décembre 2016. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01578956>.
- [187] Tan Le. *Intégration de l'inférence abductive et inductive pour la représentation des connaissances dans les réseaux de gènes*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, avril 2014. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00996894>.
- [188] Francisco Rodolfo BARBOSA-ANDA. *Optimization techniques for the detection and re-identification of people in a network of cameras*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, December 2018. URL : <https://hal.laas.fr/tel-02079969>.
- [189] Pierre-Antoine Morin. *Scheduling and scheduling of projects under complex resource constraints*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, December 2018. URL : <https://hal.laas.fr/tel-02053199>.
- [190] Idir Hamaz. *Robust optimization methods for cyclic scheduling problems*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, December 2018. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01975512>.
- [191] Pierre Coupechoux. *Codes and subtraction and pursuit games in graphs*. Thèse, INSA de Toulouse, June 2018. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01946975>.
- [192] Ulrich Matchi Aïvodji. *Privacy-Enhancing Technologies for Ridesharing*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, January 2018. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01735575>.
- [193] Yun He. *Inventory Routing Problems with Explicit Energy Consideration*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, December 2017. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01675497>.
- [194] Clément Carbonnel. *Harnessing tractability in constraint satisfaction problems*. Thèse, Institut National Polytechnique de Toulouse, December 2016. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01444799>.
- [195] Margaux Nattaf. *Scheduling under energy constraints*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, October 2016. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01417288>.
- [196] Leticia gloria Vargas suarez. *A dynamic programming operator for metaheuristics to solve vehicle routing problems with optional visits*. Thèse, INSA de Toulouse, June 2016. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01355746>.

- [197] Nadia Chaabane. *Search of stable waves in multi-agent transport networks*. Thèse, INSA de Toulouse, January 2016. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01291878>.
- [198] Mohamed Siala. *Search, propagation, and learning in sequencing and scheduling problems*. Thèse, INSA de Toulouse, May 2015. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01164291>.
- [199] Yacine Gaoua. *Mathematical models, non linear and combinatorial optimization techniques for energy management of a multi-source system : toward a real-time implantation for various electrical platforms of hybrid vehicles*. Thèse, Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse), December 2014. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01096744>.
- [200] Mariem Trojet. *Planification d'une chaîne logistique : approche par satisfaction de contraintes dynamiques*. Thèse, INSA de Toulouse, April 2014. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00996957>.
- [201] Mohammed Safi. *Lyapunov stability of coupled systems involving a transport equation*. Thèse, Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE), October 2018. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01975119>.
- [202] Paulo Ricardo Arantes Gilz. *Embedded and validated control algorithms for the spacecraft rendezvous*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, October 2018. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01922288>.
- [203] Tillmann Weisser. *Computing Approximations and Generalized Solutions Using Moments and Positive Polynomials*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, October 2018. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01894578>.
- [204] Fabien Niel. *Modeling and control of a wing at low Reynolds number with high amplitude aeroelastic oscillations*. Thèse, Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE), January 2018. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01763500>.
- [205] Clément Gazzino. *Station keeping strategies for an all-electric geostationary satellite*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, January 2018. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01705222>.
- [206] Roxana Hess. *Some approximation schemes in polynomial optimization*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, September 2017. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01809192>.
- [207] Harmonie Leduc. *Robust adaptive control. Application to satellite attitude control*. Thèse, INSA de Toulouse, September 2017. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01705517>.
- [208] Laura Sofia Urbina Iglesias. *Guidance and robust control methods for the approach phase between two orbital vehicles with coupling between translational and rotational motions*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, June 2017. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01591851>.
- [209] Saïd Zabi. *On the modeling and control of anesthesia in clinical settings*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, December 2016. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01417231>.
- [210] Laura Dal Col. *On distributed control analysis and design for Multi-Agent systems subject to limited information*. Thèse, INSA de Toulouse, October 2016. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01596162>.
- [211] Wael Zouaoui. *Control design for energy aware communication networks*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, January 2016. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01280075>.
- [212] Olesia Mokrenko. *Energy management of a Wireless Sensor Network at application level*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, November 2015. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01285378>.
- [213] Francesco Ferrante. *On quantization and sporadic measurements in control systems : stability, stabilization, and observer design*. Thèse, Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE), October 2015. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01261508>.
- [214] Mathieu POQUET. *A contribution to analysis and modeling of NO and N2O emissions during nitrification*. Thèse, INSA Toulouse, January 2015. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01291802>.
- [215] Hang Ma. *Using chaos to enhance multiuser time-of-arrival estimation : Application to UWB ranging systems*. Thèse, INSA de Toulouse, April 2014. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01067173>.
- [216] Alexandru-Razvan Luzzi. *Commande variante dans le temps pour le contrôle d'attitude de satellites*. Thèse, Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE), February 2014. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01021457>.
- [217] Simone Naldi. *Exact algorithms for determinantal varieties and semidefinite programming*. Thèse, INSA Toulouse, September 2015. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01212502>.
- [218] Quentin Gaudel. *Approche intégrée de diagnostic et de pronostic pour la gestion de santé des systèmes hybrides sous incertitude*. Thèse, INSA de Toulouse, septembre 2016. URL : <https://hal.laas.fr/tel-01417300>.

- [219] Carlos Gustavo Perez Zuniga. *Structural analysis for the diagnosis of distributed systems*. Thèse, INSA de Toulouse, août 2017. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01831257>.
- [220] Garance Vinson. *Mise en place d'un projet Health Monitoring pour les Actionneurs Electro-mécaniques et Electro-hydrauliques*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, février 2014.
- [221] Minh Hoan Pham. *Méthodes de détection des régions cancéreuses dans des images obtenues par tomographie calculée*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, septembre 2015. URL : <http://thesesups.ups-tlse.fr/3811/>.
- [222] Houssam-Eddine Gougam. *Analyse de l'impact du temps sur la diagnosticabilité des systèmes à événements discrets*. Thèse, INSA de Toulouse, septembre 2015.
- [223] Elisa Roux. *Développement d'un outil d'aide au diagnostic pour la production de maïs permettant la réduction de la consommation en eaux d'irrigation et en traitements phytosanitaires*. Thèse, INSA de Toulouse, décembre 2015. URL : <https://www.theses.fr/2015ISAT0032>.
- [224] Thomas Montrousseau. *Développement du système d'analyse des données recueillies par les capteurs et choix du groupement de capteurs optimal pour le suivi de la cuisson des aliments dans un four*. Thèse, INSA de Toulouse, novembre 2016.
- [225] Grégoire Scano. *Calcul d'itinéraires multiples et de trajets synchronisés dans des réseaux de transport multimodaux*. Thèse, septembre 2016.
- [226] Jean-Thomas Camino. *Co-optimisation charge utile satellite et système télécom*. Thèse, juin 2017.
- [227] Mikael Capelle. *Optimisation pour les communications optiques dans les systèmes d'observation de la Terre*. Thèse, septembre 2018.
- [228] Kais Feltekh. *Spectral analysis of chaotic signals*. Thèse, INSA de Toulouse, September 2014. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01071919>.
- [229] Oswaldo Lopez Santos. *Contribution to the DC-AC conversion in photovoltaic systems : Module oriented converters*. Thèse, INSA de Toulouse, February 2015. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01146805>.
- [230] Moussa Maïga. *Preventive monitoring of hybrid systems in a bounded-error framework*. Thèse, Université d'Orléans, July 2015. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01288466>.
- [231] Romain Serra. *Orbital proximity operations : evaluation of collision risk and computation of optimal maneuvers for avoidance and rendezvous*. Thèse, INSA de Toulouse, December 2015. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01261497>.
- [232] C. Ternon. *Modélisation métabolique dynamique de la production de molécules d'intérêt par *Cupriavidus necator**. Thèse, INSA de Toulouse, 2016.
- [233] Azeddine Cheref. *Méthodes de recherche opérationnelle pour la résolution de problèmes intégrés d'ordonnement de la production et de distribution*. Thèse, Université de Tours, 2017.
- [234] Guillaume Davy. *Generation of codes and provable annotations of interior-point algorithms for critical embedded systems*. Thèse, Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE), December 2018. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02190142>.
- [235] Matteo Cocetti. *Nonlinear and Hybrid Feedbacks with Continuous-Time Linear Systems*. Thèse, INSA de Toulouse ; Université de Trente, May 2019. URL : <https://hal.laas.fr/tel-02147893>.
- [236] Matthieu Barreau. *Stability analysis of coupled ordinary differential systems with a string equation - Application to a Drilling Mechanism*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, July 2019. URL : <https://hal.laas.fr/tel-02194414>.
- [237] Sabrina Hadjeras. *Hybrid control of power converters*. Thèse, UT3 Paul Sabatier, July 2019. URL : <https://hal.laas.fr/tel-02264246>.
- [238] Florent Bréhard. *Certified numerics in function spaces : Polynomial approximations meet computer algebra and formal proof*. Thèse, ENS de Lyon, 2019.