

---

# Rapport d'activité à 5 ans Décembre 2014 – 2019

---

*Louise Travé-Massuyès*

LAAS-CNRS  
*Section du Comité National n°7*  
3 février 2019



# Table des matières

<b>Préambule</b> .....	1
<b>1- CV</b> .....	2
Fonction .....	2
Situations professionnelles .....	2
Formation.....	2
Activités de recherche.....	3
<b>2- Recherche scientifique</b> .....	3
<b>Modèles à incertitude bornée et estimations pour le diagnostic</b> .....	3
Atteignabilité hybride et estimation hybride ensembliste .....	3
Estimation de paramètres et pronostic ensembliste .....	4
Diagnosticabilité fonctionnelle (ensembliste) et liens avec l'identifiabilité (ensembliste).....	4
<b>Estimation sous incertitudes probabilistes et ensemblistes</b> .....	5
Filtrage de Kalman par intervalles.....	5
Filtrage particulaire basé sur les fonctions de croyance.....	6
<b>Analyse structurelle pour le diagnostic</b> .....	6
Diagnosticabilité et sélection de capteurs par analyse structurelle.....	6
Diagnostic décentralisé et distribué par redondance analytique.....	7
<b>Diagnostic des systèmes hybrides</b> .....	8
Diagnostic hybride par couplage de techniques pour systèmes continus et pour systèmes à événements discrets .....	8
Diagnostic actif.....	9
Diagnostic hybride à base de modèles causaux .....	9
<b>Apprentissage pour le diagnostic et le suivi d'état</b> .....	10
Apprentissage de motifs temporels .....	10
Clustering avec détection de nouveauté .....	11
<b>Diagnostic des systèmes à événements discrets et explications causales</b> .....	12
Diagnostic des systèmes à événements discrets (SED) à base uniquement de modèles nominaux .....	12
Explication de la violation de propriétés dans les SED .....	12
<b>Diagnostic préférentiel et estimabilité à état unique</b> .....	13
<b>Détection d'anomalies</b> .....	13
<b>3- Projet de recherche</b> .....	14
<b>4- Enseignement, formation et diffusion de la culture scientifique</b> .....	16
<b>Direction de thèses</b> .....	16
Thèses en cours.....	16
Thèses soutenues et démissionnaires.....	16
<b>Direction de stagiaires</b> .....	17
Stages M2 .....	18
Autres stages et séjours.....	19

<b>Enseignement et tutoriels</b> .....	20
Formations d'ingénieur .....	20
Ecoles, conférences invitées et tutoriels .....	21
<b>Organisation de manifestations scientifiques</b> .....	21
<b>Conseil et expertises</b> .....	22
<b>5- Transfert technologique, relations industrielles et valorisation</b> .....	22
<b>Projets</b> .....	22
Projets nationaux en cours .....	22
Projets nationaux terminés.....	23
<b>6- Encadrement, animation et management de la recherche</b> .....	24
<b>Membre d'instances scientifiques ou administratives</b> .....	24
Au sein du LAAS.....	24
A l'extérieur du LAAS.....	24
<b>Participation aux programmes nationaux</b> .....	25
<b>Participation à des jurys de thèse et HDR en tant que rapporteur</b> .....	25
<b>Participation à des jurys de thèse</b> .....	26
<b>Participation à des Comités Internationaux de Programme</b> .....	26
<b>Intervention pour des rapports de lecture de revues et conférences internationales</b> .....	27
Relectures pour revues.....	27
Relectures pour conférences (autres qu'en tant que membre IPC).....	27
<b>Activités de vulgarisation</b> .....	28
<b>Publications sur la période</b> .....	<b>29</b>
Revue a comité de lecture .....	29
Revue a comité de lecture - rang A.....	29
Revue a comité de lecture - rang B.....	30
Conférences invitées dans des congrès .....	30
Actes de colloques a comité de lecture .....	30
Séminaires, workshops, colloques nationaux .....	32
Livres et ouvrages .....	33
Chapitres d'ouvrages .....	33
Logiciels.....	33
Rapports de contrat et autres rapports .....	33

# Rapport d'activité à 5 ans

---

## PREAMBULE

---

Ce rapport résume mon activité scientifique sur la période allant de décembre 2014 à décembre 2019. Il présente les thèmes de travail et les résultats obtenus ainsi que les collaborations nationales et internationales. Les activités liées à l'enseignement, la formation ainsi que mes responsabilités scientifiques, administratives et contractuelles sont également renseignées.

Les responsabilités et événements suivants sont à relever pendant la période considérée :

- 1) Obtention de la Chaire « Diagnostic » dans l'Institut ANITI, « Artificial and Natural Intelligence Toulouse Institute », qui est un des quatre instituts interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle (3IA) mis en place en France dans le cadre du Programme Investissements d'avenir du plan Villani.
- 2) Editeur Associé de la revue internationale « Artificial Intelligence » depuis janvier 2017,
- 3) Deux conférences invitées [Travé-Massuyès 2019a] [Travé-Massuyès 2019b],
- 4) Lifetime Achievement Award, Diagnosis Principles (DX) community, 2019.
- 5) Participation à l'organisation du Comité d'organisation du IFAC World Congress 2017, juillet 2017 en tant que « Financial Chair »,
- 6) Membre du bureau du GdR MACS depuis avril 2018,
- 7) Membre nommé du Conseil de Laboratoire avril 2016 à juillet 2018,
- 8) Membre du Conseil du Département « Décision et Optimisation » qui fédère trois équipes dont DISCO depuis janvier 2016,
- 9) Fin de la responsabilité de l'équipe DISCO « Diagnostic, Supervision et Conduite » en janvier 2016 (actuel responsable Yannick Pencilé).

## 1- CV

---

### LOUISE TRAVE-MASSUYES

Nationalité française, Mariée, 3 enfants

LAAS, avenue du Colonel-Roche • 31077 Toulouse, France.

Téléphone : 05 61 33 63 02 • Télécopie : 05 61 33 69 36 • Adresse de messagerie : louise@laas.fr

#### FONCTION

- Porteuse de la Chaire « Diagnostic » dans l'Institut ANITI, « Artificial and Natural Intelligence Toulouse Institute » créé en avril 2019 pour quatre ans renouvelables.
- Responsable de l'équipe de recherche "Diagnostic, Supervision et Conduite" au sein du LAAS (jusqu'en décembre 2015).

#### SITUATIONS PROFESSIONNELLES

- Directeur de Recherche 1ère classe du CNRS. Depuis Janvier 2010
- Directeur de Recherche 2ème classe du CNRS. Octobre 2000 – Janvier 2010
- Chargée de Recherche du CNRS. Avril 87 – Octobre 2000
- Chercheur contractuel CNRS. Sept. 86 - Mars 87
- Assistant Associé en Automatique à l'Institut National des Sciences Appliquées (I.N.S.A.) de Toulouse, Département "Automatique, Electronique, Informatique". Janv. 86 - Sept. 86
- Boursière de l'I.N.R.I.A., Séjour post-doctoral à l'Université de Santa-Clara, CA, (U.S.A.). 1984-1985
- Boursière du C.N.R.S. (B.D.I.) pour la préparation d'un doctorat au LAAS-CNRS, Toulouse, France. 1982-1984

#### FORMATION

- Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paul Sabatier, 1998

Toulouse, France.

- Diplôme de Docteur-Ingénieur de l'I.N.S.A., Toulouse, France, Option Automatique. 1984
- Diplôme d'Ingénieur de l'I.N.S.A. , Toulouse, France, Option Automatique - Electronique - Informatique 1982
- D.E.A. Automatique, Université Paul Sabatier, Toulouse, France. 1982
- Baccalauréat Série C, Lycée Paul Sabatier, Carcassonne, France. 1976

## ACTIVITES DE RECHERCHE

Théories du diagnostic — Diagnostic multi-modèles, diagnostic hiérarchique, diagnostic distribué, Diagnostic en contexte autonome — Diagnosticabilité, placement de capteurs, diagnostic actif — Détection et diagnostic basés sur des modèles causaux — Détection d'anomalies — Clustering dynamique — Modèles qualitatifs et formalismes de raisonnement qualitatif.

## 2- RECHERCHE SCIENTIFIQUE

---

Ma recherche se déroule au sein du LAAS (Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes) (Directeur actuel: Liviu Nicu) et, depuis le printemps 2019, au sein de l'Institut ANITI, « Artificial and Natural Intelligence Toulouse Institute » dans lequel je suis porteuse de la chaire « Transformations synergiques en diagnostic à base de modèles et à base de données » qui définit mon projet de recherche pour les quatre années à venir.

Mes intérêts de recherche sont dans le domaine du *diagnostic*, visant à proposer des méthodes théoriques et numériques pour l'analyse et la conception d'outils de surveillance et de diagnostic efficaces, répondant aux exigences spécifiques des systèmes dynamiques dans des environnements variés. Pour répondre à cette diversité, mes recherches s'appuient sur des formalismes empruntés aux domaines de l'Automatique et de l'Intelligence Artificielle. Je m'intéresse à des méthodes à base de modèles tout comme à des méthodes à base de données basées sur l'apprentissage automatique. Les applications comprennent la détection d'anomalies, l'analyse des causes profondes, la génération de signatures de défauts, la génération et la sélection de tests de diagnostic.

*Les références entre crochets se rapportent à ma production scientifique sur la période figurant en fin de rapport. Les autres références sont portées en bas de page.*

### **Modèles à incertitude bornée et estimations pour le diagnostic**

---

#### Atteignabilité hybride et estimation hybride ensembliste

Le calcul de l'ensemble atteignable par un système à dynamique hybride (SDH), c'est-à-dire la détermination de la région de l'espace d'état hybride atteignable par le système à partir d'un domaine initial, ensemble de volume non nul, tout en tenant compte de manière explicite de toutes les erreurs et perturbations agissant sur le système et des possibles variations des paramètres caractérisant le système

étudié, est au cœur des méthodes ensemblistes d'estimation des systèmes hybrides. Ce travail vise à développer des algorithmes d'atteignabilité hybride qui interviendront dans les fonctions de détection et diagnostic de défauts pour les SDH en présence d'incertitudes bornées.

Lors de la période précédente, nous avons développé un algorithme d'atteignabilité hybride ensemblistes en mettant l'accent sur le passage ensembliste de gardes, la réduction de la sur-approximation introduite par la fonction de reset, et la gestion des tubes de trajectoires [Maïga et al. 2016].

Pendant la période considérée, cette méthode a été mise à profit d'une part dans un schéma d'estimation d'état hybride [Ramdani et al. 2018] et d'autre part dans un schéma d'estimation de paramètres dans un contexte à erreurs bornées. Des évaluations numériques ont été réalisées sur des benchmarks représentatifs de systèmes réels, nous permettant d'apprécier les performances des algorithmes proposés.

Ce travail a fait l'objet d'une collaboration avec N. Ramdani (Laboratoire PRISME, Université d'Orléans) par l'intermédiaire de la thèse de Moussa Maïga co-encadrée dans le cadre du projet ANR MAGIS-SPS. Cette thèse a été soutenue le 2 juillet 2015. C. Jauberthie a également participé au travail sur l'estimation d'état hybride.

## Estimation de paramètres et pronostic ensembliste

Notre implication dans le projet CORAC CORALIE en partenariat avec Liebherr sur la thématique du pronostic [Travé-Massuyès et al. 2016], avec une application à la vanne PRV (Pressure Regulated Valve) qui est un composant clef du système Bleed de prélèvement d'air de l'A320 Neo, nous a amenés à envisager de compléter le diagnostic par une estimation de la durée de vie (Remaining Useful Life ou RUL en anglais). La phase de pronostic consiste à calculer le RUL donné en nombre de cycles restants avant anomalie. Si l'on souhaite adapter au mieux ce calcul à la vie du système, il est nécessaire de connaître l'état de santé du système à l'instant courant. La méthode, placée dans le cadre ensembliste, se base sur deux modules :

- un module de diagnostic qui utilise les entrées et sorties mesurées sur le système pour estimer la valeur du vecteur des paramètres (état de santé du système), grâce à un modèle de comportement,
- un module de pronostic qui calcule l'évolution des paramètres grâce à un modèle de dégradation et détermine le RUL des composants du système liés aux paramètres [Travé-Massuyès et al. 2015].

Le prototype logiciel instancié par le modèle de la PRV a été livré à la fin du mois de février 2015. Il est prévu que ce prototype soit refondu avec le prototype logiciel d'atteignabilité hybride (issu de la thèse de Moussa Maïga [Maïga et al. 2016]) ainsi qu'avec le prototype logiciel PSADE (issu d'une collaboration avec le CIRIMAT afin d'obtenir un logiciel doté d'un langage utilisateur pour l'estimation de paramètres ensembliste permettant de couvrir une large gamme de problèmes.

Ce travail est mené en collaboration avec plusieurs membres de l'équipe DISCO : P. Ribot, C. Jauberthie, Y. Pencolé, F. Delmont ainsi que N. Ramdani (PRISME, Université d'Orléans) et Maelenn Aufray (CIRIMAT, Toulouse).

## Diagnosticabilité fonctionnelle (ensembliste) et liens avec l'identifiabilité (ensembliste)

Ce travail a introduit une définition originale de la diagnosticabilité pour les systèmes dynamiques non linéaires appelée *diagnosticabilité fonctionnelle*. La diagnosticabilité caractérise les défauts qui peuvent être discriminés à l'aide des capteurs disponibles sur un système. La définition de diagnosticabilité fonctionnelle

proposée se base sur des relations de redondance analytique obtenues à partir d'outils de l'algèbre différentielle. 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*. Fait intéressant, 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 nous a permis de fournir une condition suffisante pour tester la diagnosticabilité fonctionnelle d'un système [Jaubertie et al. 2015].

La diagnosticabilité fonctionnelle a été étendue au cadre ensembliste dans [Jaubertie et al. 2016a] et liée à l'identifiabilité ensembliste dont les principaux travaux ont été faits lors de la période précédente. La publication [Jaubertie et al. 2016b] analyse l'impact de l'identifiabilité ensembliste sur les propriétés des solutions obtenues par estimation de paramètres.

Notons également un travail en début de période dans la continuation de celui sur l'estimation de paramètres dans un contexte à incertitudes bornées effectué sur la période précédente. Il consiste en une amélioration de la méthode basée sur les polynômes entrée-sortie [Jaubertie et al. 2013]<sup>1</sup>. Celle-ci est basée sur des polynômes integro-différentiels utilisés pour estimer les valeurs de défaut. Les polynômes d'entrée-sortie standard sont obtenus à partir de la théorie de l'élimination de l'algèbre différentielle. Malheureusement, ils peuvent impliquer des dérivés d'ordre élevé dont l'estimation est un problème difficile lorsque les sorties du système sont incertaines (cf. notre travail dans [Ravanbod et al. 2017]). La théorie de la distribution nous a permis de les transformer en polynômes integro-différentiels qui impliquent des dérivées d'ordre inférieur des sorties du modèle. Dans ce travail, cette méthode, étendue au contexte ensembliste, est utilisée pour la détection et l'identification de défauts. Une comparaison sur un modèle pharmacocinétique a démontré que la nouvelle méthode améliore considérablement les résultats de la détection et de l'identification [Verdière et al. 2018].

### **Estimation sous incertitudes probabilistes et ensemblistes**

Deux paradigmes de représentation des incertitudes cohabitent dans la littérature : le cadre stochastique et le cadre ensembliste. En ce qui concerne les bruits et les perturbations, il est souvent possible de faire des hypothèses bien fondées sur leurs caractéristiques stochastiques. Cependant, d'autres types d'incertitudes, comme la dispersion paramétrique ou le vieillissement, se représentent plus aisément par des incertitudes bornées. C'est pourquoi nous nous intéressons à l'intégration de ces deux types d'incertitudes dans un même modèle.

#### **Filtrage de Kalman par intervalles**

Dans ce travail, nous considérons le problème du filtrage pour des modèles à temps discret de structure linéaire dont les paramètres sont incertains mais appartiennent à des intervalles bornés, alors que les bruits de mesure sont modélisés par des variables aléatoires gaussiennes, comme pour le filtre de Kalman classique, mais dont les matrices de covariance présentent également des incertitudes bornées.

<sup>1</sup> Jaubertie, C., Verdière, N., and Travé-Massuyès, L. (2013). Fault detection and identification relying on set-membership identifiability. *Annual Reviews in Control*, 37, 129–136.

Sur la période précédente, nous avons étendu le filtre de Kalman par intervalles (IKF) de Chen *et al.*<sup>2</sup> en proposant d'utiliser l'inversion ensembliste pour résoudre les inversions matricielles sans perte de solution et en tirant partie de contraintes exprimant les propriétés des matrices impliquées dans les expressions du filtre [Xiong *et al.* 2013]<sup>3</sup>. Contrairement à l'IKF, le filtre résultant (iIKF comme *Improved IKF*) est garanti dans le sens où il produit tous les estimés optimaux cohérents avec les incertitudes bornées exprimées dans le modèle ainsi que les possibles dispersions.

Ce travail a été revu et amélioré en tirant partie des propriétés des matrices semi-définies positives pour minimiser la borne supérieure de la covariance de l'erreur d'estimation tout en garantissant de ne pas perdre de solution. Le filtre proposé est nommé *Minimum Upper Bound of Variance Interval Kalman Filter* (UBIKF) [Tran *et al.* 2017] .

Ce travail, partie intégrante de la thèse de Tuan Anh Tran, s'est fait en collaboration avec Carine Jauberthie et Françoise Le Gall, co-directrices de la thèse de Tuan.

### Filtrage particulière basé sur les fonctions de croyance

Ce travail poursuit la même idée que le travail précédent mais en adoptant un cadre de filtrage non-linéaire, le filtrage particulière. Les hypothèses considèrent des modèles non-linéaires à temps discret dont les paramètres sont incertains mais appartiennent à des intervalles bornés, alors que les bruits de mesure sont modélisés par des variables aléatoires dont la distribution peut être non-linéaire.

Dans un premier travail, en collaboration avec le groupe « Systèmes Avancés de Contrôle » de l'UPC, Terrassa (Espagne), nous avons proposé une extension du filtrage particulière dans le cadre de l'analyse par intervalles [Blesa *et al.* 2015]. Le second travail adjoint le formalisme des fonctions de croyance qui permet de modéliser des connaissances statistiques incomplètes. Cette théorie est intéressante car elle permet d'associer une masse de croyance à tout sous-ensemble de l'espace des hypothèses et pas seulement aux singletons. Ces sous-ensembles sont considérés comme des vecteurs intervalles, ou « boîtes », et sont propagés à travers les équations du système grâce à l'analyse par intervalles et à des techniques de satisfaction de contraintes [Tran *et al.* Subm].

Ce travail, partie intégrante de la thèse de Tuan Anh Tran, s'est fait en collaboration avec Carine Jauberthie et Françoise Le Gall, co-directrices de la thèse de Tuan.

### Analyse structurelle pour le diagnostic

#### Diagnosticabilité et sélection de capteurs par analyse structurelle

Étant donné un modèle structurel du système (ne retenant que la matrice d'adjacence variables-equations), les MSO (Minimal Structurally Overdetermined sets) représentent les sous-ensembles

<sup>2</sup> G. Chen, J. Wang, and L. Shieh, "Interval kalman filtering," *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, vol. 33, no. 1, pp. 250–259, Jan. 1997.

<sup>3</sup> [Xiong *et al.* 2013] J.XIONG, C.JAUBERTHIE, L.TRAVE-MASSUYES, F.LE GALL, *Fault detection using interval Kalman Filtering enhanced by constraint propagation*, *IEEE Conference on Decision and Control (CDC)*, 10-13 décembre, Florence (Italie), Décembre 2013, pp.490-495.

d'équations juste sur-déterminés qui peuvent donner lieu à un générateur de résidus sous forme d'une relation de redondance analytique par exemple. Les MTES (Minimal test Equation Support) sont quant à eux une forme compacte permettant de regrouper un ensemble de MSO ayant les mêmes défauts comme support. Bien que le nombre de MTES soit bien moindre que le nombre de MSO, il reste cependant exponentiel. Aussi, nous nous sommes intéressés à la sélection des MTES à mettre en œuvre sous forme de générateurs de résidus et répondant aux spécifications de détection et d'isolation. Partant des travaux de l'équipe de Linköping<sup>45</sup> qui permettent de générer l'ensemble des MSO (Minimal Structurally Overdetermined sets) ou de MTES, nous avons formulé le problème d'optimisation permettant de sélectionner le sous-ensemble répondant aux spécifications données en entrée. Nous avons pour cela utilisé une approche par algorithme génétique.

Ce travail, initié dans le cadre du PCP avec l'université de los Andes de Mérida, Vénézuéla, s'est fait en collaboration avec Petróleos de Venezuela SA (PDVSA) et a été testé sur le cas d'étude réel d'un procédé d'extraction de pétrole par injection de gaz [Leal et al. 2015] [Leal et al. 2014].

### Diagnostic décentralisé et distribué par redondance analytique

De nombreux systèmes, géographiquement distribués ou conçus suivant une décomposition fonctionnelle requièrent des architectures de diagnostic décentralisées ou distribuées. Dans un cadre décentralisé, des diagnostiqueurs locaux sont associés aux différents sous-systèmes et s'organisent en une hiérarchie dans laquelle un ensemble de diagnostiqueurs du niveau  $i-1$  sont supervisés par un diagnostiqueur du niveau  $i$ , responsable de résoudre les ambiguïtés provenant de l'interaction entre sous-systèmes. Dans un cadre distribué, chaque diagnostiqueur local peut échanger des informations avec ses pairs pour aboutir au diagnostic que fournirait un diagnostiqueur centralisé.

L'objectif de ce travail est de développer des techniques efficaces basées sur l'analyse structurelle pour le diagnostic décentralisé/distribué des systèmes continus. Le travail de thèse de Saurabh Indra avait déjà démontré qu'une architecture décentralisée permet d'obtenir un degré de diagnosticabilité identique à celui qu'obtiendrait un diagnostiqueur global tout en présentant de nombreux avantages, notamment pour le diagnostic embarqué. En effet, elle permet de mettre en œuvre une politique *d'isolation des défauts à la demande*, basée sur des requêtes vers les niveaux supérieurs en fonction des besoins liés aux différentes phases d'une mission. Ainsi, elle permet de réduire avantageusement les coûts de calcul et de communication [Chanthery et al. 2016].

Ce travail a été poursuivi et propose des solutions pour les deux problèmes suivants :

- générer, à partir des modèles structurels au niveau des sous-systèmes, les redondances qui donnent lieu à des tests de diagnostic pertinents au niveau du système global. Dans le cadre décentralisé, une solution améliorée par rapport à celle de [Chanthery et al. 2016] a été fournie grâce au nouveau concept d'ensemble FMSO (Fault-Driven Minimal Structurally Overdetermined Set) [Perez et al. 2015]. Dans le cadre distribué, c'est la notion de « compound FMSO set » qui apporte une solution au problème [Perez et al. 2017] [Perez et al. 2019].
- sélectionner un sous-ensemble optimal de tests de diagnostic au niveau des sous-systèmes permettant une diagnosticabilité maximale pour le système global. Deux approches ont été testées : l'une basée sur

<sup>4</sup> M. Krysanter, J. Aslund, and M. Nyberg, "An efficient algorithm for finding minimal over-constrained sub-systems for model-based diagnosis," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*, vol. 38(1), 2008.

<sup>5</sup> M. Krysanter, J. Aslund, and E. Frisk, "A structural algorithm for finding testable sub-models and multiple fault isolability analysis," in *Proceeding of the 21st International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-10)*, 2010.

la programmation linéaire [Perez et al. 2018][Artigues et al. 2018], l'autre en posant le problème d'optimisation dans le cadre d'une recherche heuristique. Pour cette dernière approche, deux solutions ont été proposées basées sur un algorithme A\* itératif combiné avec une fonction capable d'évaluer si un ensemble FMSO au niveau global peut être obtenu à partir des ensembles FMSO locaux sélectionnés. Ces algorithmes ne garantissent pas de retourner une solution optimale, aussi nous envisageons de continuer à travailler sur ce sujet.

Ce travail s'est fait en collaboration avec Elodie Chanthery et Javier Sotomayor, par le co-encadrement de la thèse de Carlos Gustavo Perez qui s'est soutenue le 21 août 2017. Il s'agit d'une thèse en co-tuelle entre la « Pontificia Universidad Católica del Perú » (PUCP) et l'INSA Toulouse. C. Artigues est également intervenu pour le travail effectué avec la programmation linéaire.

## Diagnostic des systèmes hybrides

---

### Diagnostic hybride par couplage de techniques pour systèmes continus et pour systèmes à événements discrets

La thèse de Mehdi Bayouhd, qui aboutit à la mise en œuvre d'un diagnostiqueur basé sur des modèles hybrides nommé HYDIAG [Bayouhd et al. 2008c]<sup>6</sup> [Bayouhd & Travé-Massuyès 2013]<sup>7</sup>, a initié une série de travaux sur le diagnostic hybride qui se poursuivent jusqu'à aujourd'hui. Une synthèse de l'ensemble de ces travaux a été récemment soumise comme un chapitre d'ouvrage [Sarrate et al. 2018].

Les derniers travaux sont motivés par le problème de complexité spatiale posé par le stockage du diagnostiqueur complet. Nous avons donc considéré de générer le diagnostiqueur en ligne, de manière incrémentale, en réponse aux événements observés. En effet, bien que les défauts pouvant affecter un système puissent être nombreux (ce qui est pris en compte par le diagnostiqueur), un système n'en subit qu'un nombre bien moindre dans sa vie opérationnelle en raison des politiques de reconfiguration et de maintenance [Vento Maldonado et al. 2015]. Générer le diagnostiqueur « à la demande » présente donc un fort avantage en complexité spatiale et nous avons montré qu'il en est de même du point de vue de la complexité temporelle. L'algorithme obtenu a été testé avec succès sur une application réelle : une partie du réseau d'assainissement des eaux de la ville de Barcelone.

Par ailleurs, nous avons fait un travail sur l'analyse de diagnosticabilité des systèmes hybrides en utilisant des techniques d'abstraction, par exemple qualitatives [Zaatiti et al. 2018], et les propriétés des systèmes à événements discrets (SED) [Grastien et al. 2016] [Grastien et al. 2017].

Ce travail a donné lieu à une collaboration avec le groupe « Sistemas Avanzats de Control » de l'UPC, Terrassa, Espagne, et plus particulièrement au co-encadrement de la thèse de Jorge Vento avec Viçenc Puig et Ramon Sarrate.

---

<sup>6</sup> [Bayouhd et al. 2008c] M. BAYOUDH, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, X. OLIVE, *Hybrid systems diagnosis by coupling continuous and discrete event techniques*. 17th IFAC World Congress, Séoul (Corée), 6-11 July 2008, pp.7265-7270.

<sup>7</sup> [Bayouhd & Travé-Massuyès 2013] M. BAYOUDH, L. TRAVE-MASSUYÈS, *Diagnosability analysis of hybrid systems cast in a discrete-event framework*, *Journal of Discrete Event Dynamic Systems (JDEDS)*, Vol. 24(3), pp. 308-339, 2014, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10626-012-0153-z>.

## Diagnostic actif

[Bayouhd *et al.* 2009a-b]<sup>8 9</sup> avait déjà posé les bases d'une stratégie de diagnostic actif pour générer une séquence d'actions permettant de placer le système dans un mode dans lequel la diagnosticabilité est accrue. L'objectif du diagnostic actif est en effet d'exhiber des symptômes supplémentaires permettant de préciser un diagnostic ambigu. Pour cela, le problème a été formulé comme un problème de planification conditionnelle : partant d'un état ambigu, nous recherchons un chemin contrôlable amenant à un état non ambigu dans l'automate de comportement du système en prenant en compte les réponses dynamiques du système.

Cette approche avait été reprise couplée à un critère d'optimisation et basée sur un diagnostiqueur actif généré avec ActDiaDes développé par Yannick Pencolé<sup>10</sup>. Le diagnostiqueur actif spécialisé d'une faute  $F$  rajoute un marquage à chaque état de l'automate de comportement:  $F$ -nondiscriminable (aucun chemin partant de cet état ne permet d'affirmer si la faute  $F$  a eu lieu),  $F$ -discriminable (il existe au moins un chemin partant de cet état qui permet d'affirmer si la faute  $F$  a eu lieu),  $F$ -sain (la faute  $F$  n'a pas eu lieu),  $F$ -sûr (la faute  $F$  a eu lieu). Il est utilisé par un algorithme AO\* pour générer le plan conditionnel optimal.

Le travail réalisé s'est effectué en collaboration avec Thalès Alenia Space dans le cadre du projet R&T CNES « Diagnostic actif par OBCP ». Deux sous-systèmes ont été choisis pour réaliser un démonstrateur : le réseau SpaceWire et le système de propulsion. Les plans conditionnels générés par notre outil ont été mis en œuvre sous forme d'OBCP (On Board Control Procedures) et testés avec succès sur banc chez Thalès Alenia Space [Chantry *et al.* 2019].

Le diagnostic actif était également le thème de travail de la thèse de Florian de Mortain, co-encadrée avec Audine Subias, qui se déroulait dans le cadre d'une convention CIFRE avec la société PSA. Malgré certains résultats issus de la formulation du diagnostic actif dans un cadre stochastique [de Mortain *et al.* 2015], Florian de Mortain a démissionné et n'a pas soutenu sa thèse.

## Diagnostic hybride à base de modèles causaux

Cette thématique de recherche fait suite à la série de travaux sur le séquençage de tests réalisés en collaboration avec la société ACTIA<sup>11</sup>. Elle a été initiée dans le cadre du projet OSEO AMIC TCP.

<sup>8</sup> [Bayouhd *et al.* 2009a] M.BAYOUDH, L.TRAVÉ-MASSUYÈS, *An algorithm for active diagnosis of hybrid systems cast in DES framework. 2<sup>nd</sup> IFAC Workshop on Dependable Control of Discrete Systems, June 10-12 2009, Bari, Italy, 6p.*

<sup>9</sup> [Bayouhd *et al.* 2009b] M.BAYOUDH, L.TRAVÉ-MASSUYÈS, X.OLIVE, *Active diagnosis of hybrid systems guided by diagnosability properties. 7th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'09, Barcelona, Spain, June 30-July 3, 2009, 6p.*

<sup>10</sup> [Chantry *et al.* 2010] E. CHANTHERY, Y. PENCOLE, N. BUSSAC, "An AO\*-like algorithm implementation for active diagnosis," in *International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space (i-SAIRAS 2010), Sapporo (Japan), 2010, pp. 378-385.*

<sup>11</sup> [Travé-Massuyès *et al.* 2009] L.TRAVÉ-MASSUYÈS, J. THOMAS, H. POULARD, H. RESSENCOURT, *Procédé de diagnostic d'un dysfonctionnement d'un système mécatronique (MBR), N° Dépôt/publication : 09 59513, Date de dépôt : 23/12/2009, Déposant(s) : ACTIA et CNRS, France.*

Contrairement aux précédents travaux, nous nous sommes intéressés au diagnostic des *défauts dits de déviation*, c'est à dire dont le modèle ne peut pas être anticipé. Pour cela, nous nous sommes basés sur un système hybride qui prend la forme d'un automate causal où l'automate représente les différents modes opératoires du système et les transitions possibles, alors que la dynamique continue dans les différents modes est représentée par un modèle causal. Nous proposons une approche de diagnostic qui reprend des idées du diagnostic des SED pour construire un *diagnostiqueur partiel* et du diagnostic des systèmes continus pour vérifier la cohérence et suivre les dépendances sous-jacentes aux conflits détectés entre comportement prévu et comportement observé. Une procédure basée sur un algorithme glouton permet à chaque itération de proposer le test qui permet de lever le maximum d'ambiguïté sur le diagnostic courant [Pons et al. 2015].

Ces travaux se sont faits en collaboration avec Audine Subias et Renaud Pons, ingénieur de recherche en CDD, dont le contrat est maintenant terminé.

## Apprentissage pour le diagnostic et le suivi d'état

### Apprentissage de motifs temporels

Les motifs temporels connus sous le nom de *chroniques* permettent de représenter le comportement des systèmes dynamiques à un niveau abstrait en termes d'événements. Une fois le comportement du système décrit sous la forme de chroniques, des outils dits de reconnaissance de chroniques permettent de reconnaître la situation dans laquelle se trouve le système. Si les comportements considérés sont des comportements correspondant à des situations de défauts, la reconnaissance de chroniques peut être utilisée à des fins de diagnostic. C'est dans ce cadre que l'équipe DISCO développe des travaux à base de chroniques.

La difficulté principale de ce type d'approche est la mise en place d'une base de chroniques représentatives et une des solutions est d'obtenir ces chroniques par apprentissage. Un travail précédent a permis de poser les bases d'un algorithme d'apprentissage [Subias et al. 2014].

Nous avons repris ce travail dans le but de détecter des situations anormales à partir des alarmes levées par les automatismes pendant les phases de démarrage et d'arrêt des installations industrielles, avec une application dans le domaine pétro-chimique fournie par Petrobras (Colombie). La contribution est d'ordre méthodologique. La méthode de gestion des alarmes basée sur des chroniques proposée, nommée CBAM (*Chronicle Based Alarm Management*), fusionne différentes techniques pour tenir compte de l'aspect hybride des processus et des procédures opérationnelles standard [Vásquez et al. 2017].

Ce travail s'est fait en collaboration avec Audine Subias par le co-encadrement de la thèse de John William. Il s'agit d'une thèse en co-tutelle entre la « Universidad de los Andes », Bogota (Colombia) et l'INSA Toulouse. Le Pr. Fernando Jimenez est l'encadrant de la thèse du côté colombien.

Par ailleurs, les informations temporelles ne sont pas toujours nécessaires. On peut alors préférer utiliser des épisodes plutôt que des chroniques. Un *épisode* est un ensemble d'événements qui se produisent dans un ordre partiel donné. En effectuant une reconnaissance des épisodes récurrents dans plusieurs séquences et en les comparant, il est possible de déterminer un schéma commun à toutes les séquences. Dans ce travail, nous avons proposé une approche pour reconnaître les épisodes qui sont communs dans un ensemble de séquences d'événements. La méthode décrite a été appliquée au domaine automobile pour l'apprentissage des procédures de diagnostic [Obry et al. 2017]. Ce travail s'est fait dans le cadre d'un stage en collaboration avec la société ACTIA.

## Clustering avec détection de nouveauté

Les méthodes de classification ont démontré leur efficacité aussi bien pour le monitoring que pour l'estimation des états fonctionnels d'un système menant au diagnostic. Cependant, en raison de la nature évolutive des processus (vieillessement, reconfigurations, etc), il est souhaitable que le système de surveillance ait la capacité de suivre ces évolutions sans les identifier comme de nouveaux états fonctionnels et de détecter les « vrais » états fonctionnels émergents. L'objectif de ce travail est de fournir une estimation des états fonctionnels d'un procédé en se basant seulement sur la classification de données historiques, même si les états changent au cours du temps. Du point de vue théorique, ce travail s'est intéressé à l'élaboration d'un algorithme de *clustering*<sup>12</sup> dynamique auto-adaptatif mettant en œuvre un mécanisme connu sous le nom de *détection de nouveauté* dans le domaine de l'exploration des données. Ceci permet le suivi des classes associées aux états fonctionnels en intégrant le comportement dynamique des données.

L'algorithme de clustering, nommé DyClee (Dynamic Clustering algorithm for tracking Evolving Environments), est couplé à un algorithme faisant une abstraction des signaux sous forme d'épisodes qualitatifs exprimant les croissances, les décroissances et les plages de stationnarité. Ces caractéristiques sont autant d'attributs qui permettent d'appréhender les aspects dynamiques des processus sous-jacents dans le clustering [Barbosa *et al.* 2015]. L'algorithme de classification base son efficacité sur deux étapes : l'étape en-ligne regroupe les individus par similarité en micro-clusters. L'étape hors-ligne analyse la distribution des micro-clusters et les regroupe en clusters finaux suivant une approche basée sur la densité. La gestion des micro-clusters et l'évolution de leur densité, forte, moyenne ou basse, est le mécanisme qui permet aux clusters d'évoluer au cours du temps et de suivre les états du système [Barbosa *et al.* 2016a-b][Barbosa *et al.* 2019].

Par ailleurs, nous avons montré que les résultats de l'algorithme de partitionnement peuvent être utilisés pour l'élaboration d'un modèle à événements discrets du processus. Ce modèle est une représentation du comportement du processus de haut niveau sous la forme d'un automate dont les états représentent les états du processus appris par le clustering jusqu'à l'instant courant et les transitions expriment l'atteignabilité des états. Ces transitions sont identifiées avec une probabilité de transition (calcul basé sur les transitions déjà produites) et l'estimation du temps requis pour la transition (sous forme d'intervalle). Ce modèle est construit automatiquement et se met à jour lorsque de nouvelles données sont collectées en fonction des résultats du clustering. Il a été montré qu'un tel modèle permet d'accroître la diagnosticabilité du système de monitoring [Barbosa *et al.* 2017]. L'algorithme et la faisabilité des méthodes ont été validés sur deux benchmarks représentatifs de systèmes industriels réels, le CSH (Continuous Stirred Tank Heater)<sup>13</sup> et un procédé pilote de génération de vapeur installé dans le laboratoire Cristal (Lille). Le logiciel Dyclee [Barbosa & Travé-Massuyès 2016] est disponible sur requête.

Ce travail est associé au co-encadrement de la thèse de Nathalie Barbosa qui a été soutenue le 23 novembre 2016. Il s'agit d'une thèse en co-tutelle entre la « Universidad Nacional », Bogota (Colombia) et l'Université Paul Sabatier, Toulouse. Le Pr. Victor Hugo Grisalez est le co-directeur de la thèse du côté colombien.

DyClee ainsi que de nombreuses méthodes de partitionnement ne s'appliquent qu'à des données numériques. Cependant, dans de nombreux domaines d'application, les caractéristiques catégorielles sont

<sup>12</sup> Ou classification non supervisée.

<sup>13</sup> N. F. Thornhill, S. C. Patwardhan, and S. L. Shah. A continuous stirred tank heater simulation model with applications. *Journal of Process Control*, vol. 18, no. 3, pages 347–360, 2008.

essentielles pour décrire correctement les différentes situations. C'est pourquoi une extension de DyClee, nommée DyClee-C, aux données catégorielles a été conçue et mise en œuvre [Obry *et al.* 2019]. Par ailleurs, le clustering débouche souvent à des clusters qui sont loin des concepts métier. Ainsi nous avons proposé une autre extension de Dyclee permet de réaliser du clustering hiérarchique en souhaitant proposer à l'expert métier plusieurs possibilités de partitionnement des données [Obry *et al.* 2018].

Une nouvelle version de DyClee acceptant les deux types de données, numériques et catégorielles, et intégrant le clustering hiérarchique est maintenant disponible.

Ce dernier travail a été réalisé dans le cadre de la thèse cife de Tom Obry, en collaboration avec Audine Subias. Le partenaire industriel est la société ACTIA.

## **Diagnostic des systèmes à événements discrets et explications causales**

### **Diagnostic des systèmes à événements discrets (SED) à base uniquement de modèles nominaux**

Souvent, les approches de diagnostic sont conçues de manière à exiger une description du comportement défectueux des composant. Ainsi, le comportement nominal et le comportement défectueux du système doivent être connus et modélisés. Ce dernier peut être très difficile à obtenir et il n'est pas toujours possible de connaître à l'avance tous les comportements défectueux d'un composant. De plus, la modélisation de tous ces comportements est une tâche lourde.

Dans le domaine des SED, toutes les théories de diagnostic établies nécessitent des modèles de défauts<sup>14</sup>. Dans ce travail, nous avons proposé une approche de diagnostic basée sur la cohérence pour les DES. Cette approche permet de modéliser le système comme des composants dynamiques en interaction en utilisant uniquement le comportement nominal des composants. Ainsi, il n'est pas nécessaire de connaître les modes de défaillance ni de modéliser le comportement défectueux.

La principale contribution de ce travail est de montrer comment le concept de diagnostic basé sur la cohérence avec des modèles de comportement nominal seulement peut être adopté pour des systèmes dynamiques comprenant des composants et leurs comportements modélisés en tant que SED. En outre, nous avons montré comment effectuer une recherche orientée vers les conflits pour calculer les diagnostics [Pencolé *et al.* 2017].

### **Explication de la violation de propriétés dans les SED**

La capacité à construire automatiquement des explications sur le comportement d'un système est cruciale pour comprendre les sources de défaillance et aider à attribuer la responsabilité légale en cas d'accident.

---

<sup>14</sup> J. Zaytoon and S. Lafortune. Overview of fault diagnosis methods for discrete event systems. *Annual Reviews in Control*, 37(2):308–320, 2013.

La construction d'explications formelles a été le sujet de travaux de recherche dans différentes communautés, en particulier en informatique et IA qui ont développé, souvent indépendamment, un ensemble de techniques visant à extraire des informations pertinentes d'une trace du système. Dans ce travail, nous avons analysé et mis en perspective plusieurs de ces notions d'explication, nous avons discuté de leurs lacunes sur le modèle simple d'un système de régulation de vitesse adaptative, et nous avons proposé une nouvelle définition d'explication qui surmonte plusieurs problèmes.

L'approche se situe à l'articulation du diagnostic basé sur des modèles et de l'analyse causale<sup>1516</sup>. Notre travail s'est intéressé à la construction d'explications formelles pour le DES. Classiquement, le diagnostic basé sur des modèles de DES vise à déceler les défaillances et à isoler les événements défectueux sur la base de modèles de comportement normal/anormal du système utilisé pour vérifier la cohérence d'un journal d'exécution observable. Dans ce travail, nous avons considéré qu'un système est défaillant dès qu'une propriété comportementale spécifique est violée par l'exécution en cours du système et, pour aller plus loin, notre objectif est d'expliquer pourquoi la violation s'est produite sur la base des événements observés. Nous avons ensuite défini formellement différentes notions d'explication du DES afin d'extraire la partie pertinente de la violation de propriété qui peut être acceptée par un opérateur humain [Gössler et al. 2019].

### **Diagnostic préférentiel et estimabilité à état unique**

Des exigences spécifiques doivent guider la conception des systèmes autonomes qui peuplent chaque jour davantage notre environnement quotidien. Leurs propriétés doivent être soigneusement définies et contrôlées pour garantir la sûreté, la sécurité et la fiabilité.

Ainsi, nous nous sommes intéressés à des outils d'estimation d'état dans le cadre des systèmes à événements discrets SED, dans le but de suivre et expliquer le comportement de systèmes autonomes effectuant de l'allocation de tâches, de la planification d'actions, ou d'autres calculs complexes. L'outil *Sifting* a été réalisé. Il permet de définir des modèles d'estimation à base de préférences, qui servent à générer des estimateurs donnant à chaque moment une unique estimation de l'état du système [Bouziat et al. 2018a, 2018b, 2019a]. Cela permet une intégration plus aisée avec le système de décision et une explication plus simple à l'opérateur humain le cas échéant. Une librairie d'algorithmes permet de vérifier qu'un modèle d'estimation satisfait certaines propriétés désirables, comme d'être totalement défini (ne pas mener à des blocages), ou que certains états du système sont estimés correctement. [Bouziat et al. 2019b, 2019c]. Cependant, pour certains systèmes, il est tout simplement impossible de définir un estimateur à état unique ayant de bonnes propriétés. C'est par exemple le cas de certains systèmes avec des fautes à retard (fautes qui ne présentent aucun symptôme observable quand elles arrivent mais uniquement après un certain délai). C'est pourquoi nous envisageons de poursuivre ce travail en considérant de contraindre le nombre d'estimations à chaque instant à  $n$  plutôt qu'à 1.

Ce projet est mené en collaboration avec Xavier Pucel et Stéphanie Roussel de l'Onera et fait l'objet du travail de thèse de Valentin Bouziat.

### **Détection d'anomalies**

Le problème de la détection de situations anormales (ou anomalies) à partir de données peut se formuler comme un problème connu dans la communauté scientifique sous le nom de détection de nouveautés

<sup>15</sup> L. Console and P. Torasso. *A spectrum of logical definitions of model-based diagnosis*. *Computational Intelligence*, 7(3):133–141, 1991.

<sup>16</sup> Stefan Haar, Christian Kern, and Stefan Schwoon. *Computing the reveals relation in occurrence nets*. In Giovanna D'Agostino and Salvatore La Torre, editors, *Gandalf, volume 54 of Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science*, pages 31–44, Minori, Italy, June 2011.

ou de données aberrantes ("outliers" en anglais). Il s'agit d'identifier, dans un ensemble de données, celles qui diffèrent significativement des autres, qui ne se conforment pas à un comportement attendu et qui sont sous-tendues par un processus de génération différent. L'idée principale de la détection de nouveautés est d'apprendre la classe normale en ajustant le modèle aux données normales (dites positives) qui sont souvent les seules disponibles, ou du moins les seules en nombre suffisant. La non disponibilité de données étiquetées en termes de types d'anomalies, les coûts liés à l'établissement d'une base de données d'apprentissage étiquetée et le besoin d'identifier des situations anormales sans qu'elles se soient nécessairement produites auparavant sont les défis de la détection de nouveautés. En se basant sur les méthodes existantes, nous avons commencé un travail visant à proposer une méthode de détection de nouveautés intégrant les différentes contraintes liées aux logiciels embarqués du domaine spatial.

En l'absence d'atmosphère, les satellites sont soumis à un environnement radiatif intense. Pour éviter les courts-circuits causés par cet environnement, deux méthodes de protection existent :

- Fabriquer des composants spécifiques résistants aux radiations (méthode historique, pénalisante au niveau prix et performance).
- Ajouter des « fusibles » protégeant les cartes électroniques des courts-circuits.

C'est cette seconde méthode qui nous intéresse, à l'aide de techniques d'Intelligence Artificielle et d'apprentissage appliquées au diagnostic, pour aboutir à un fusible intelligent spatial.

La finalité de ce travail est de pouvoir utiliser des cartes électroniques performantes et économiques, car réalisées à base de composants standards commerciaux dont la protection est garantie par les fusibles intelligents développés.

Il s'agit d'un travail démarré récemment. A l'heure actuelle, une carte électronique maison a été réalisée pour nous permettre d'acquérir des signaux représentatifs. L'étude concernant la détection d'anomalies doit suivre.

Ce projet fait l'objet de la thèse d'Adrien Dorise. Il est supervisé avec Corinne Alonso, spécialiste d'électronique de puissance, et fait l'objet d'une collaboration avec le CNES.

### 3- PROJET DE RECHERCHE

Les capteurs se multiplient sur les machines, les réseaux et les êtres vivants. A partir des données produites et des symptômes observés ainsi que des vérifications et des tests, le diagnostic vise à estimer l'état interne d'un "système" et à identifier la nature et la cause d'une défaillance, d'une anomalie ou d'une maladie. Il existe deux principaux paradigmes dans le domaine du diagnostic automatique : le diagnostic fondé sur un modèle et le diagnostic fondé sur des données.

Le diagnostic basé sur un modèle (MBD) est basé sur une représentation mathématique de la façon dont le système est structuré en composants, organes, entités primaires et comment ces entités fonctionnent en temps normal et éventuellement en présence d'une défaillance. Le modèle peut être utilisé pour prédire ce que les capteurs doivent observer. En cas de problème, ce qui est prédit et ce qui est observé est incohérent, et ces incohérences permettent non seulement de détecter, mais aussi d'identifier le défaut responsable du dysfonctionnement<sup>17</sup>.

Pour cela, lorsque l'on s'intéresse à des systèmes à dynamique continue ou hybride, on effectue des transformations sur le modèle afin de présenter des indicateurs de défaut calculables à partir des données renvoyées par les capteurs (entrées et sorties). Les indicateurs de défaut peuvent être obtenus en utilisant l'analyse structurelle ou la théorie de l'élimination dans le cas de modèles analytiques non linéaires. Nous

---

<sup>17</sup> L.TRAVE-MASSUYES, *Bridging Control and Artificial Intelligence Theories for Diagnosis: A survey, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 27, 1-16, DOI: 10.1016/j.engappai.2013.09.018 (on-line), 2014.*

avons mené des travaux selon les deux approches [Perez et al. 2018][Chantry et al. 2016][Jaubertie et al. 2016][Verdière et al. 2015]. Lorsque l'on s'intéresse aux systèmes à événements discrets, la plupart des approches utilisent des modèles comportementaux explicites et obtiennent des diagnostics en corroborant les modèles comportementaux défectueux avec les observations, ce qui implique à nouveau des transformations de modèle [Bouziat et al. 2019][Pencolé et al. 2017].

Le diagnostic basé sur les données (DBD), pour sa part, procède à une exploration des données des capteurs pour déduire, par apprentissage, un modèle de classification pour la détection et/ou l'identification des défauts. Nous avons acquis une expérience dans ce domaine [Barbosa et al. 2019][Obry 2019]. Au-delà du fait que certaines méthodes de classification sont supervisées, c'est-à-dire qu'elles nécessitent des données historiques étiquetées par les anomalies/fautes souhaitées, et que d'autres sont non supervisées, nous nous concentrerons ici sur le fait que certaines ne permettent pas une séparation non linéaire des données alors que d'autres le permettent. Parmi celles-ci, on trouve les méthodes à noyau qui permettent de trouver des fonctions de décision non linéaires en appliquant une transformation, tout en s'appuyant fondamentalement sur des méthodes linéaires [Lamrini et al. 2018].

L'idée de ce projet est d'analyser en synergie les transformations effectuées par la DBM pour mettre en évidence les indicateurs de défaut et les transformations de données effectuées par les méthodes de la DBD. Le premier objectif est de mettre en évidence et de comprendre les correspondances qui peuvent exister entre elles et comment elles pourraient se compléter dans le cas d'un système qui ne serait que partiellement décrit par un modèle et pour lequel nous disposerions de données. Le second objectif est de pouvoir abstraire les configurations de données et les mettre en correspondance avec des modèles symboliques ou analytiques adaptés au raisonnement diagnostique. Par exemple, [Barbosa et al. 2017] vise à apprendre automatiquement des modèles à événements discrets à partir des clusters appris à partir des données.

Dans l'espace d'entrée-sortie, chaque indicateur de défaut basé sur un modèle définit un sous-espace spécifique qui peut être considéré comme un cluster de données. Ce "nuage" est déformé en fonction de la faute qui est présente. Ces déformations conditionnent la distinguabilité des situations de défaut, c'est-à-dire qu'elles conditionnent la possibilité de diagnostic non ambigu.

Pourrait-on utiliser la connaissance des transformations de données pour séparer ces clusters afin de revenir aux transformations du modèle permettant de générer des indicateurs de défaut qui définissent la bonne distinguabilité des défauts ?

Les sous-espaces dans lesquels les défauts ne sont pas distinguables sont-ils mieux compris dans les méthodes DBD, et la connaissance de ces sous-espaces permet-elle d'appliquer les conditions sur les entrées au système pour distinguer les défauts ? c'est-à-dire de faire un diagnostic actif ?

Quels sont les concepts qui peuvent être mis en correspondance des deux côtés ?

Ces questions sont celles qui guideront les recherches menées dans le cadre de mon projet. Ce projet s'intéresse à l'analyse conjointe et aux synergies possibles entre les approches MBD et DBD en se concentrant sur les transformations effectuées de part et d'autre pour effectuer le diagnostic. Comme effet secondaire, nous visons une meilleure explicabilité et acceptabilité.

En général, les travaux existants utilisent l'une ou l'autre approche et le choix est guidé par les connaissances disponibles, la difficulté d'établir un modèle, la disponibilité de données historiques, etc. Certains travaux prévoient d'utiliser les deux approches dans la même architecture mais sans réelle intégration. Par exemple, certains travaux<sup>18</sup> génèrent des indicateurs de défaut et utilisent ensuite la classification en les considérant avec d'autres attributs.

---

<sup>18</sup> Biswas, G., Khorasgani, H. (2017). *A combined model-based and data-driven approach for monitoring smart buildings*, Int. Workshop on Principles of Diagnosis DX'17, Brescia, Italy.

À notre connaissance, aucun travail n'a analysé les approches MBD et DBD, en essayant de les faire correspondre, en explicitant leurs avantages mutuels et en les intégrant étroitement. En ce sens, ce projet est novateur et original.

## 4- ENSEIGNEMENT, FORMATION ET DIFFUSION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE

### Direction de thèses

#### Thèses en cours

- Adrien Dorise**, inscrit à l'INSA Toulouse Début septembre 2019
- DIAGnostic embarqué pour le durcissement RADIation des électroniques spatiales (DIAG-RAD)
- Collaboration avec le CNES.
- Co-encadrement à 50% avec Corinne Alonso.
- **Tom Obry**, inscrit à l'INSA Toulouse Début mai 2017
- Apprentissage supervise pour le diagnostic et la réparation automobile
- Thèse CIFRE avec la société ACTIA, Toulouse
- Co-encadrement à 50% avec Audine Subias.
- **Valentin Bouziat**, inscrit à l'ISAE Toulouse Début oct. 2017
- Cadre de raisonnement pour la gestion des défauts dans un système autonome
- Collaboration avec l'ONERA Toulouse

#### Thèses soutenues et démissionnaires

- **John Vasquez Capacho**, inscrit à l'INSA Toulouse Début mars 2014
- Gestion des alarmes dans les phases de démarrage et d'arrêt des installations de production pétrolière Soutenue le 13 oct. 2017
- Co-tutelle avec l'Universidad de los Andes, Bogota, Colombie  
collaboration avec la société ECO Petrol

- Co-encadrement à 50% avec Audine Subias.
- **Moussa Maïga**, inscrit à l'Université d'Orléans  
Surveillance préventive des systèmes hybrides à incertitudes bornées  
Co-encadrement à 40% avec Nacim Ramdani  
Début dec. 2011  
Soutenu le 2 juillet 2015
  - **Nathalie Andrea Barbosa Roa**, inscrite à l'UPS, Toulouse  
Une approche basée sur les données pour la classification dynamique des états fonctionnels – Application aux procédés industriels  
Co-tutelle avec l'Université National de Colombia à Bogota  
Encadrement en France 100%.  
Actuellement Ingénieur de Recherche, Continental, Toulouse  
Début dec. 2013  
Soutenu le 23 nov. 2016
  - **Carlos Gustavo Zuñiga**, inscrit à l'INSA Toulouse  
Diagnostic décentralisé dans le cadre des systèmes hybrides  
Co-tutelle avec l'Université National de Colombia à Bogota  
Co-encadrement en France à 50% avec Elodie Chanthery.  
Actuellement: Assistant Professor à Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima, Peru  
Début dec. 2013  
Soutenu le 21 août 2017
  - **Florian de Mortain**, inscrit à l'INSA Toulouse  
Développement et évaluation de stratégies de diagnostic actif.  
Application au diagnostic Groupe Moto Propulseur  
Co-encadrement en France à 50% avec Audine Subias.  
Début nov. 2012  
Démission
  - **Saurabh Indra**, inscrit à l'INSA Toulouse  
Diagnostic distribué pour engins spatiaux  
Co-encadrement à 30% avec Elodie Chanthery.  
Actuellement Ingénieur Système, Airbus Group, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Région de Konstanz, Allemagne.  
Début 2009  
Démission

### **Direction de stagiaires**

---

## Stages M2

- **Thomas Mari**, inscrit à l'UPS Toulouse 6 mois en 2019  
Explications causales – Du Diagnostic à l'Analyse Causale  
Master Informatique, ENS Rennes  
Stage en collaboration avec INRIA Rhône-Alpes  
Co-encadrement à avec Gregor Gössler et Yannick Pencolé.
- **Adrien Shaffner**, inscrit à l'UPS Toulouse 6 mois en 2019  
Maintenance prédictive  
PFE INSA GMM MMS, Toulouse  
Stage en collaboration avec la société Continental, Toulouse  
Co-encadrement à 50% avec Audine Subias.
- **Renato Alvarez**, inscrit à l'ENSEEIH – INP, Toulouse 6 mois en 2019  
Détection d'anomalies et analyse du flux de production de cartes électroniques  
Master 2ème année "Embedded System and Communications",  
ENSEEIH – INP, Toulouse  
Stage en collaboration avec la société Continental, Toulouse  
Co-encadrement à 50% avec Audine Subias.
- **Kevin Ducharlet**, inscrit à l'UPS Toulouse 6 mois en 2019  
Etude de faisabilité pour la détection automatique d'anomalies dans des systèmes industriels représentés par des jumeaux numériques  
PFE IMT Lille Douai, Ecole Mines-Télécom  
Stage en collaboration avec la société Carl Software et Berger-Leveau, Toulouse  
Co-encadrement à 50% avec Marie-Véronique Le Lann.
- **Oliver Bassene**, inscrit à l'UPS Toulouse 6 mois en 2018  
Sélection de tests/capteurs, robustesse et passage à l'échelle  
Master 2 MApI3, UPS, Toulouse  
Co-encadrement avec Christian Artigues et Elodie Chanthery.

- **Edgar Sepulveda**, inscrit à l'UPS Toulouse 6 mois en 2018  
Analyse de diagnosticabilité du modèle hybride d'un nouveau-né soumis à des procédures médicales  
Master en Automatique Industrielle  
Université Nationale de Colombie.
  
- **Tom Obry**, inscrit à l'UPS Toulouse 6 mois en 2017  
Acquisition de traces d'activité pour l'apprentissage de démarches métier  
Master EEA spécialité ISTR 2ème année  
Stage en collaboration avec la société ACTIA, Toulouse  
Co-encadrement à 50% avec Audine Subias.
  
- **Elodie Thiéblin**, inscrite à l'INSA Toulouse 6 mois en 2016  
Amélioration de résultats audio par réseaux de neurons et optimisation combinatoire  
PFE : spécialité Informatique et Réseaux  
Stage en collaboration avec la société INTEL, Toulouse  
Co-encadrement avec E. Hébrard, S. Ulrich Ngueveu, N Jozefowicz.
  
- **Marwa Chtourou**, inscrite à l'INSA Toulouse 6 mois en 2015  
Apprentissage de motifs temporels sur des systems complexes  
Master 2 Informatique et Télécommunication, IA, Intelligence Collective et Interaction  
Co-encadrement avec E. Le Corronc, A. Subias

### Autres stages et séjours

- **Ryan Liing Pang** inscrit à l'INP Prepa, Toulouse 1,5 mois en 2019  
Comparaison de méthodes de diagnostic  
Co-encadrement à 50% avec Elodie Chanthery.
  
- **Florent Papini**, inscrit à l'UPS Toulouse 5 mois en 2017  
Modélisation du flux de production de cartes électronique  
Stage de 2ème année, ISIMA Institut d'Informatique, Université Clermont Auvergne  
Stage en collaboration avec la société Continental, Toulouse

Co-encadrement à 50% avec Audine Subias.

- **Thibault Fouqueray**, inscrit à l'INP Prepa, Toulouse 1 mois en 2016  
Test et documentation d'un logiciel de diagnostic  
Co-encadrement à 50% avec Elodie Chanthery.
- **Kilian Low**, inscrit à l'INP Prepa, Toulouse 1 mois en 2016  
Théories du diagnostic, réalisation d'une démonstration autour du diagnostic  
Co-encadrement à 50% avec Elodie Chanthery.
- **Maxime Richard**, inscrit à l'INP Prepa, Bordeaux 1 mois en 2017  
Diagnostic à base de données  
Co-encadrement à 50% avec Elodie Chanthery.
- **Dorian Laporte**, inscrit à l'INP Prepa, Toulouse 1 mois en 2017  
Tests de diagnostic par analyse structurelle  
Co-encadrement à 50% avec Elodie Chanthery.

## **Enseignement et tutoriels**

---

### **Formations d'ingénieur**

- Diagnostic (Cours 8h, TD 4h, Examen 1h), ENAC 2<sup>ème</sup> année avionique, 1<sup>er</sup> semestre 2018.
- Diagnostic (Cours 8h, TD 4h, Examen 1h), ENAC 2<sup>ème</sup> année avionique, 1<sup>er</sup> semestre 2017.
- Diagnostic (Cours 8h, TD 4h, Examen 1h), ENAC 2<sup>ème</sup> année avionique, 1<sup>er</sup> semestre 2016.
- Diagnostic (Cours 8h, TD 4h, Examen 1h), Pontificia Universidad Catolica del Peru (PUCP), Master 2, Lima, Perou, septembre 2016.

### Ecoles, conférences invitées et tutoriels

- Contributions of diagnosis to the general demand for AI in the industry. Conférence invitée. In 30th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-19), Klagenfurt, Austria, November 2019.
- Contributions of diagnosis reasoning to the general demand for AI in the industry. Conférence invitée. In 32nd International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems (IEA/AIE 2019), Graz, Austria, July 2019.
- Bridging FDI and Dx Model-Based Diagnosis (4h), Tutoriel dans le cadre de la VII International Summer School on Fault Diagnosis of Complex Systems, Seville, Espagne, 17-21 Juin 2019.
- Data mining and automated model building (1h), Conférence invitée à IEEE INTERCON 2017, Cuzco, Peru, 15-18 Août 2017.
- Raisonnement qualitatif (1h), Tutoriel dans le cadre de l'Ecole chercheurs "Intégration de données, connaissances et modèles", INRA, Nantes, 15-18 Novembre 2016.
- PHM d'une vanne de prélèvement d'air moteur (conférence invitée 1h, présentation conjointe avec M. Kasmi, Liebherr), Journée du CCT CNES PHM, Toulouse, 1<sup>er</sup> juillet 2016.
- Une méthode de machine learning pour le suivi du fonctionnement d'un microréacteur chimique (conférence invitée 1h, présentation conjointe avec M. V. Le Lann), Journée CCT CNES « Détection précoce d'anomalies dans la TM », Toulouse, 10 mai 2016.
- A data-based dynamic clustering approach for process state tracking and on-line diagnosis (conférence invitée 1h), Pontificia Universidad Catolica del Peru (PUCP), Lima, Perou, sept. 2016.
- Bridging FDI and Dx Model-Based Diagnosis (4h), Tutoriel dans le cadre de la VI International Summer School on Fault Diagnosis of Complex Systems, Segovia, Espagne, 22-26 Juin 2015.
- Learning evolving models based on qualitative trending – Application to tracking and on-line diagnosis (conférence invitée 1h), séminaire scientifique de l'INRA, département CEPIA, programme InCoM (Intégration des Connaissances et des Modèles), avril 2015.
- Learning evolving models for tracking dynamic and changing environments (conférence invitée 1h), Graz University, Institute for Software Technology, mai 2015.

### Organisation de manifestations scientifiques

- **IFAC World Congress 2017**, the 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control, 9-14 July 2017, Toulouse, France, **Financial Chair**.
- **26th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-2015)**, Paris, France, august 31-sept. 3, 2015 (<https://dx15.sciencesconf.org/>), co-organisation Y.Pencolé, P. Dague.

### Conseil et expertises

---

- Evaluation d'une proposition de sujet doctoral élaboré dans le cadre d'une Maestria. Universidad de Antioquia, Colombie, 2018.
- Expertise pour l'HCERES : membre du Comité d'Evaluation du laboratoire LURPA , Angers, 17 Octobre 2018.
- Expertise d'un projet pour l'appel à projet IDEX Université Grenoble Alpes, mars 2017. Membre du Comité de thèse de Medimegh Slim, LRI / CEA, 19 juin 2017.
- Expertise pour l'ANR d'un projet, mai 2017.
- Expertise pour l'AERES : membre du Comité d'Evaluation du laboratoire LARIS , Angers, 6–7 janvier 2016.
- Expertises pour le Pôle Aérospatial Valley : Evaluation en vue de leur labélisation des projets soumis à l'appel ANR sur la thématique du DAS G2MCO (Gestion de la Maintenance et Maintien en Conditions Opérationnelles) du Pôle Aérospatial Valley pour l'appel 2015 et 2016.
- Expertises pour la Région Picardie de 4 projets soumis à l'appel à projets 2016.
- Evaluation pour l'ANRT d'un dossier de demande de thèse CIFRE, Décembre 2014.

## 5- TRANSFERT TECHNOLOGIQUE, RELATIONS INDUSTRIELLES ET VALORISATION

---

### Projets

---

*Les liens indiqués en bleu renvoient aux descriptions des travaux correspondants.*

#### Projets nationaux en cours

- COCOTIER « Concept de Cockpit et Technologies Intégrées En Rupture », (Responsable du WP 5.9: Louise Travé-Massuyès), CT N°LS 203920, Convention DGAC (2019-08), Coordonné par AIRBUS, Notifié le 12 Novembre 2019.
- Apprentissage numérique et symbolique pour le diagnostic et la réparation automobile – ACTIA Automotive (Responsable: Louise Travé-Massuyès). Contrat de Collaboration de Recherche. Encadrement de la thèse CIFRE de Tom Obry. Signature : 11 Juin 2019.
- Apprentissage supervisé pour le diagnostic et la réparation automobile, Partenaires: ACTIA et LAAS-CNRS (Responsable: Louise Travé-Massuyès), Montant : Bourse CIFRE + 20k€, Début: Mai. 2017, Durée : 36 mois.

## Projets nationaux terminés

- Détection automatique d'anomalies du comportement d'un système ou d'un équipement – Contrat LSP (n° 189238, UPR8001) Carl Software, Berger Levreau (Responsable: Marie-Véronique Le Lann), Contrat de Collaboration de Recherche. Encadrement du stage de Kevin Ducharlet. Signature : 1<sup>er</sup> mars 2019.
- Study of classification techniques applied to Flight Control System technical issues and especially flight parameter fusion techniques (Responsable: Louise Travé-Massuyès). Accord de secret. AIRBUS. Signature: 28 Novembre 2017.
- EvoLearn : Apprentissage Evolutif pour la maintenance prédictive – AAP Pré–Maturation 2017 (Responsable: Louise Travé-Massuyès). Projet Région Occitanie, Début : Novembre 2017, Durée : 2 ans.
- Assistance à l'exploration des données et support pour la mise en place d'un Partenariat (Responsable: Louise Travé-Massuyès). Contrat de prestation de service avec la société Continental PowerTrain, Toulouse, Début : Mai 2017, Durée : 2 mois.
- Assistance et support à l'exploration des données (Responsable: Louise Travé-Massuyès). Contrat de prestation de service avec la société Continental PowerTrain, Toulouse, Début : Janvier 2017, Durée : 4 mois.
- Travail préparatoire à l'analyse et à la modélisation des données de ligne de production (Big Data) (Responsable: Louise Travé-Massuyès). Contrat de prestation de service avec la société Continental PowerTrain, Toulouse, Début : Juin 2016, Durée : 6 mois.
- MAISEO–Nouveau processus écologiquement intensif de production de maïs intégrant gestion agronomique et gestion territoriale de l'eau, (Responsable: Marie-Véronique Le Lann), Début : Juin 2015. Durée : 3 ans.
- Projet « Diagnostic actif pour les groupes moto-propulseur » [[Diagnostic actif](#)], Partenaires: PCA et LAAS-CNRS (Responsable: Audine Subias), Montant : Bourse CIFRE + 15k€, Début: Nov. 2012, Durée : 36 mois.
- Projet « Diagnostic actif par OBCP » [[Diagnostic actif](#)], Partenaires: LAAS-CNRS (Responsable: Louise Travé-Massuyès), Thalès Alenia Space, Financement CNES, Montant : 22k€, Début: Juin 2014, Durée : 12 mois.
- Projet CORAC-EPICE « Pronostic et pronostic adaptatif » [[Estimation de paramètres et pronostic ensembliste](#)], Partenaires: LAAS-CNRS (Responsable : Louise Travé-Massuyès), Liebherr, Airbus, Montant : 305k€, Début: Juillet 2012, Durée : 40 mois.
- Projet ANR MAGIC-SPS « Méthodes et Algorithmes Garantis pour le Contrôle d'Intégrité et la Surveillance Préventive des Systèmes » [[Diagnosticabilité fonctionnelle \(ensembliste\) et liens avec l'identifiabilité \(ensembliste\)](#)], Partenaires: LAAS-CNRS (Responsable : Carine Jauberthie), ENSEA, IMS Bordeaux, Université de Bourges, Université du Havre, Début: Juillet 2012, Durée : 36 mois.

- Projet ANR Jeunes Chercheurs MICPAC « Méthode par Intervalles pour la Caractérisation et le Pronostic des Assemblages Collés » [[Estimation de paramètres et pronostic ensembliste](#)], Partenaires: CERIMAT (Porteur), LAAS-CNRS, Début : octobre 2011, Durée : 48 mois.

## 6- ENCADREMENT, ANIMATION ET MANAGEMENT DE LA RECHERCHE

---

### *Membre d'instances scientifiques ou administratives*

---

#### **Au sein du LAAS**

- Depuis janvier 2015, Membre du Conseil scientifique de Equipe DISCO du LAAS-CNRS.
- Depuis sa création, Membre du Conseil du Département DO (Décision et Optimisation) du LAAS-CNRS.
- Avril 2016 à Juillet 2018, Membre du Conseil de Laboratoire.
- Mars 2004-décembre 2015, Responsable de l'équipe de Recherche DISCO « Diagnostic, Supervision et Conduite » du LAAS-CNRS.

#### **A l'extérieur du LAAS**

- Membre du Comité de Sélection MdC 27, Université de Pau – Anglet / LIUPPA, 25 mai 2018.
- Membre du Comité de Sélection MdC 61, Aix-Marseille Université / LSIS, 14 mai 2018.
- Membre du Comité de Sélection MdC 61, ENSTA ParisTech, U2IS, 20 Novembre 2017.
- Membre du Comité d'organisation du IFAC World Congress 2017 : Financial Chair
- Editeur Associé de la revue internationale « Artificial Intelligence » depuis janvier 2017.
- Membre du Comité de Sélection MdC 61, CNAM, Printemps 2016.
- Membre du Comité de Sélection MdC 61, Aix-Marseille Université / LSIS, Printemps 2016.
- Membre du Comité de Sélection MdC 61, Université de Bordeaux/ IMS, Printemps 2016.
- Depuis juillet 2008, Correspondante du Zonta International pour le LAAS-CNRS : Zonta est un club international qui a trois projets de service international et un nombre de bourses pour des femmes se dédiant à la science dans le domaine aéronautique. Mon rôle concerne principalement la correspondance avec le Zonta, l'identification de candidates potentielles pour la bourse Zonta "Amelia Earhart" et l'examen de leurs dossier.

- Depuis 2000, Membre du Comité Technique IFAC Safeprocess et représentant français pour la SEE.
- Co-animatrice du DAS G2MCO (Gestion de la Maintenance et Maintien en Conditions Opérationnelles) du Pôle Aérospatial Valley, actuellement partie prenante du DAS USER.

### **Participation aux programmes nationaux**

---

- Depuis avril 2018, Membre du bureau du GdR MACS.
- Participant au groupement S3 du GDR MACS.
- Depuis Juillet 2019, Trésorière de la Société d'Automatique, de Génie Industriel et Productique (SAGIP).

### **Participation à des jurys de thèse et HDR en tant que rapporteur**

---

- **Ide Flore KENMOGNE FOKAM**, Thèse de l'Université de Rennes, Localisation ensembliste de drones à l'aide de méthodes par intervalles, Soutenance le 6 mars 2019.
- **Slim Medimegh**, Thèse de l'Université Paris-Saclay, Analyse formelle de spécifications hybrides à partir de modèles SysML pour la validation fonctionnelle des systèmes embarqués, Soutenance le 20 décembre 2018.
- **Mehdi BRAHIMI**, Thèse de l'Université de Franche-Comté, Développement d'une approche de « Prognostic and Health Management » pour l'infrastructure ferroviaire, Soutenance le 21 septembre 2018.
- **Khaoula TIDRIRI**, Thèse de l'Université d'Angers, Fusion de décisions dédiée à la surveillance des systèmes complexes, Soutenance le 16 octobre 2018.
- **Elinirina Iréna ROBINSON**, Thèse du CNAM en collaboration avec l'Onera, Filtering and uncertainty propagation methods for model-based prognosis, Soutenance le 10 octobre 2018.
- **Jean Salazar**, Thèse de Universitat Politècnica de Catalunya, Contribution to reliable control of dynamic systems, Soutenance le 30 mai 2018.
- **Jordi Montserrat Adell**, Thèse de Universitat Politècnica de Catalunya, A contribution to Consensus Modeling in Decision-Making by Means of Linguistic Assessments, Soutenance le 20 Juillet 2018.
- **Rabah Ammour**, Thèse de Université Aix-Marseille Polytech/LSIS, Contribution au Diagnostic et Pronostic des Systèmes à Evénements Discrets Temporisés par Réseaux de Petri Stochastiques, Soutenance le 11 décembre 2017.
- **Jérémi Nocolas**, Thèse de l'Université de Bretagne Occidentale, Robust, precise, and reliable simultaneous localization and mapping for and underwater robot – Comparison and combination of probabilistic and set-membership methods for the SLAM problem, Soutenance le 5 septembre 2017.
- **Yoann Geoffroy**, Thèse de l'Université Grenoble Alpes, Un cadre général de causalité basé sur les traces pour des systèmes à composants, soutenance le 7 décembre 2016.

- **Juan Vizcarrondo Rojas**, PhD thesis of Universidad de los Andes, Merida (Venezuela), Middleware Reflexivo para la Gestion Automatica de Aplicaciones Orientadas a Servicios usando la teoría de Firmas de Fallas, soutenance le 23 juin 2016.
- **Håkan Warnquist**, PhD thesis of Linköping University (Sweden), Troubleshooting trucks – Automated Planning and Diagnosis, Intervention en tant qu' « Opponent », 16 octobre 2016.
- **Yves Langeron**, Thèse de l'Université Technologique de Troyes, Modélisation Stochastique pour la sûreté de fonctionnement des systèmes commandés, soutenance le 8 janvier 2015.
- **Rafael Gouriveau**, HDR de l'Université de Franche-Comté, Contribution à l'optimisation des processus de prédiction et de classification pour le prognostic et Health Management, soutenance le 15 juin 2015.
- **Kostyantyn Shchekotykhin**, Habilitation of the Alpen-Adria-Universität Klagenfurt (Germany), rapport fourni en mars 2015.

### *Participation à des jurys de thèse*

---

- **Elisa Roux**, Thèse de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, 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, soutenance le 11 Décembre 2015.
- **Thomas Monrousseau**, Thèse de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, 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, soutenance le 22 novembre 2016.

### *Participation à des Comités Internationaux de Programme*

---

- **DX'15**, IPC Co-Chair, 26th International Workshop on Principles of diagnosis, Paris, France, august 31-sept. 3, 2015.
- **QR'15**, 28th Workshop on Qualitative Reasoning about Physical Systems, Minneapolis, MN, USA, 10-12 august 2015.
- **DCDS 2015**, 4th IFAC Workshop on Dependable Control of Discrete Systems, Cancun, Mexico, 27–29 may 2015.
- **SAFEPROCESS 2015**, IFAC International Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes, Paris, France, 2-4 sept. 2015.
- **DX'16**, 27th International Workshop on Principles of diagnosis, Denver, Colorado, USA, 4-7 oct. 2015.
- **QR'16**, 29th Workshop on Qualitative Reasoning about Physical Systems, organized as an IJCAI workshop, New York City, USA, 11 july 2016.
- **CREST 2016**, 1st Workshop on Causal-based Reasoning for Embedded and safety-critical Systems Technologies, Satellite event of ETAPS 2016, Eindhoven, The Netherlands, april 8, 2016.
- **MED'16**, The 24th Mediterranean Conference on Control and Automation, Athens, Greece, June 21-24, 2016.

- **DX'17**, 28th International Workshop on Principles of diagnosis, Brescia, Italy, September 2017.
- **QR'17**, 30th Workshop on Qualitative Reasoning about Physical Systems, organized as an IJCAI workshop, Melbourne, Australia, 21 august 2017.
- **DX'18**, 29th International Workshop on Principles of diagnosis, Warsaw, Poland, Sept. 2018.
- **QR'18**, 30th Workshop on Qualitative Reasoning about Physical Systems, organized as an IJCAI workshop, Stocholm, Sweden, july 2018.
- **IJCAI-ECAI'18**, Stocholm, Sweden, july 2018.
- **SAFEPROCESS 2018**, IFAC International Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes, Warsaw, Poland, Sept. 2018.
- **DX'19**, 30th International Workshop on Principles of diagnosis, Klagenfurt, Austria, November 2019.
- **QR'19**, 30th Workshop on Qualitative Reasoning about Physical Systems, organized as an IJCAI workshop, Macao, China, august 2019.
- **CREST 2019**, 4th Workshop on Causal-based Reasoning for Embedded and safety-critical Systems Technologies, Prague, Czech Republic, April 7, 2019.
- **IEA/AIE-2019**, 32nd International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems, Graz, Austria, July 9-11, 2019.
- **IJCAI 2019**, Macao, China, august 2019.

### ***Intervention pour des rapports de lecture de revues et conférences internationales***

#### **Relectures pour revues**

- Artificial Intelligence Journal, 2 article en 2015.
- IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A, 1 article 2015.
- Applied Mathematics and Computer Science, 2 articles en 2015 et 2016.
- IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2 articles en 2016 et 2017.
- IEEE Transactions on Automatic Control, 1 article en 2016.
- IEEE Transactions on Reliability, 1 article en 2017.
- Engineering Applications of AI, 1 article en 2017.

#### **Relectures pour conférences (autres qu'en tant que membre IPC)**

ACA 2016, COSINT 2016, CDC 2017, IFAC World Congress 2017.

### **Activités de vulgarisation**

---

- SIANE Salon des Partenaires de l'Industrie, Plateau télé « ANITI et interactions avec l'industrie », 21 octobre 2019.
- Toulouse is AI, « Comprendre l'Intelligence Artificielle, apprendre et entreprendre », Conférence tout public « Synergistic transformations in model based and data based diagnosis » en collaboration avec Nathalie Barbosa (Continental), 17 septembre 2019.
- Nuit Européenne des chercheur.e.s, Table-ronde animée par Valérie Ravinet, journaliste.  
INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : COMMENT (BIEN) PRÉPARER NOTRE AVENIR ? 27 septembre 2019.
- L'Ere de l'automatique : enjeux et défis de la voiture du futur, Participation à la conférence de presse liée à l'IFAC WC, juillet 2017.

# Publications sur la période

## REVUES A COMITE DE LECTURE

### Revues a comité de lecture - rang A

[Barbosa et al. 2019] N. BARBOSA ROA, L. TRAVE-MASSUYES, V. HUGO GRISALES, Data stream clustering for tracking dynamic and changing environment, DyClee: Dynamic clustering for tracking evolving environments. *Pattern Recognition*, 94:162–186, October 2019. doi: 10.1016/j.patcog.2019.05.024. URL <https://hal.laas.fr/hal-02135580>.

[Chanthery et al. 2019] E. CHANTHERY, L. TRAVE-MASSUYES, Y. PENCOLE, R. DE FERLUC, AND B. DELLANDREA. Applying Active Diagnosis to Space Systems by On-Board Control Procedures. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 55(5), June 2019. doi: 10.1109/TAES.2019.2923344. URL <https://hal.laas.fr/hal-02056090>.

[Ramdani et al. 2018] N. RAMDANI, L. TRAVE-MASSUYES, AND C. JAUBERTHIE. Mode discernibility and bounded- error state estimation for nonlinear hybrid systems. *Automatica*, 91:118–125, May 2018. doi: 10.1016/j.automatica.2018.01.022. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01930370>.

[Tran et al. 2018] T. A. TRAN, C. JAUBERTHIE, F. LE GALL, L. TRAVE-MASSUYES, Evidential box particle filter using belief function theory, *International Journal of Approximate Reasoning*, 93:40 – 58, February 2018. doi: 10.1016/j.ijar.2017.10.028. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01739540>.

[Ravanbod et al. 2017] L. RAVANBOD, C. JAUBERTHIE, N. VERDIERE, L. TRAVE-MASSUYES, Improved solutions for ill-conditioned problems involved in set-membership estimation for fault detection and isolation, *Journal of Process Control*, 58:139 – 151, October 2017. doi: 10.1016/j.jprocont.2017.08.003. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01740541>.

[Vásquez et al. 2017] J. W. VÁSQUEZ CAPACHO, A. SUBIAS, L. TRAVE-MASSUYES, and F. JIMENEZ. Alarm management via temporal pattern learning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 65:506 – 516, October 2017. doi: 10.1016/j.engappai.2017.07.008. URL <https://hal.laas.fr/hal-01611635>.

[Jaubertie et al. 2016] C. JAUBERTHIE, L. TRAVE-MASSUYES, N. VERDIERE, Set-membership identifiability of nonlinear models and related parameter estimation properties, *Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 26(4), dec. 2016, Online: 2016-12-30, DOI: <https://doi.org/10.1515/amcs-2016-0057>.

[Maiga et al. 2016] M. MAIGA, N. RAMDANI, L. TRAVE-MASSUYES, A Comprehensive Method for Reachability Analysis of Uncertain Nonlinear Hybrid Systems, *IEEE Trans. on Automatic Control*, 61(9), 2341–2356, sept. 2016, Online oct. 2015, DOI: <https://doi.org/10.1109/TAC.2015.2491740>.

[Chanthery et al. 2016] E. CHANTHERY, L. TRAVE-MASSUYES, S. INDRA, Fault Isolation on Request based on Decentralized Residual Generation, *IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics : Systems*, 46(5), 598–610, may 2016, Online oct. 2015, DOI: <https://doi.org/10.1109/TSMC.2015.2479192>.

[Verdière et al. 2015] N. VERDIERE, C. JAUBERTHIE, L. TRAVE-MASSUYES, Functional diagnosability and detectability of nonlinear models based on analytical redundancy relations, *Journal of Process Control*, 35 : 1–10, nov. 2015, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2015.08.001>.

[Vento Maldonado et al. 2015] J. VENTO MALDONADO, L. TRAVE-MASSUYÈS, V. PUIG, R. SARRATE. An Incremental Hybrid Diagnoser Automaton Enhanced by Discernability Properties, *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics : Systems*, 45(5): 788–804, may 2015, Online dec. 2014, DOI: <https://doi.org/10.1109/TSMC.2014.2375158>.

[Pons et al. 2015] R. PONS, A. SUBIAS, L. TRAVE-MASSUYES. Iterative hybrid causal model based diagnosis: Application to automotive embedded functions, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 37, 319-335, jan. 2015, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2014.09.016>.

[Leal et al. 2015] R. LEAL, JOSE AGUILAR, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, E. CAMARGO, A. RIOS, An Approach for Diagnosability Analysis and Sensor Placement for Continuous Processes Based on Evolutionary Algorithms and Analytical Redundancy, *Applied Mathematical Sciences*, 9(43), 2015, 2125 – 2146, DOI: <https://doi.org/10.12988/ams.2015.52122>.

[Leal et al. 2014] R. LEAL, J. AGUILAR, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, E. CAMARGO, A. RIOS, A Genetic Algorithm Approach for Diagnosability Analysis, *International Journal of Engineering Development and Research (IJEDR)*, ISSN:2321-9939, Vol.2, Issue 4, 3786-3799, dec. 2014, DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.IJEDR1404067>.

### Revues a comité de lecture - rang B

[Leal et al. 2015] R. LEAL, EDGARD CAMARGO, J. AGUILAR, A. RIOS, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, Análisis de Diagnosticabilidad y Localización de Sensores en un Pozo de Extracción de Petróleo por Inyección de Gas, *Revista Politécnica, Escuela Politécnica Nacional de Ecuador*, 36(1), pp.1-11, 2015.

### CONFÉRENCES INVITÉES DANS DES CONGRÈS

[Travé-Massuyès 2019b] L. TRAVÉ-MASSUYÈS. Contributions of diagnostic to the general demand for AI in the industry. In 30th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-19), Klagenfurt, Austria, November 2019a. URL <https://hal.laas.fr/hal-02388187>.

[Travé-Massuyès 2019a] L. TRAVÉ-MASSUYÈS. Contributions of diagnosis reasoning to the general demand for AI in the industry. In 32nd International Conference on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems (IEA/AIE 2019), Graz, Austria, July 2019b. URL <https://hal.laas.fr/hal-02388182>.

### ACTES DE COLLOQUES A COMITE DE LECTURE

[Gössler et al. 2019] G. GÖSSLER, T. MARI, Y. PENCOLÉ, and L. TRAVE-MASSUYES. Towards Causal Explanations of Property Violations in Discrete Event Systems. In DX'19 - 30th International Workshop on Principles of Diagnosis, pages 1–8, Klagenfurt, Austria, November 2019. URL <https://hal.inria.fr/hal-02369014>.

[Bouziat et al. 2019b] V. BOUZIAT, X. PUCCEL, S. ROUSSEL, and L. TRAVE-MASSUYES. Single State Trackability of Discrete Event Systems. In DX'19 – 30th International Workshop on Principles of Diagnosis, Klagenfurt, Austria, November 2019a. URL <https://hal.laas.fr/hal-02383500>.

[Obry et al. 2019] T. OBRY, L. TRAVE-MASSUYES, and A. SUBIAS. DyClee-C: a clustering algorithm for categorical data based diagnosis. In DX'19 – 30th International Workshop on Principles of Diagnosis, Klagenfurt, Austria, November 2019. URL <https://hal.laas.fr/hal-02383492>.

[Perez et al. 2019] C. G. PEREZ, J. SOTOMAYOR, E. CHANTERY, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, and M. SOTO. Flotation Process Fault Diagnosis Via Structural Analysis. In 18th IFAC Symposium on Control, Optimization and Automation in Mining, Mineral and Metal Processing (MMM 2019), Stellenbosch, South Africa, August 2019. URL <https://hal.laas.fr/hal-02189499>.

[Bouziat et al. 2019a] V. BOUZIAT, X. PUCCEL, S. ROUSSEL, and L. TRAVE-MASSUYES. Preference-Based Fault Estimation in Autonomous Robots : Incompleteness and Meta-Diagnosis. In 18th International Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, Montreal, Canada, May 2019c. URL <https://hal.laas.fr/hal-02383526>.

[Artigues et al. 2018] C. ARTIGUES, O. CELESTIN BASSENE, E. CHANTERY, A. GASMI, and L. TRAVE-MASSUYES. Optimal test / sensor selection problems formalized as integer programs. In 29th

International Workshop on Principles of Diagnosis - DX'18, Varsovie, Poland, August 2018. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01882322>.

[**Bouziat et al. 2018a**] V. BOUZIAT, X. PUCEL, S. ROUSSEL, and L. TRAVE-MASSUYES. Preferential Discrete Model-based Diagnosis for Intermittent and Permanent Faults. In 29th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX 2018), page 8p., Varsovie, Poland, August 2018a. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01796310>.

[**Obry et al. 2018**] T. OBRY, L. TRAVE-MASSUYES, and A. SUBIAS. Computer-aided Diagnosis via Hierarchical Density Based Clustering. In 29th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX 2018), page 8p., Varsovie, Poland, August 2018. URL <https://hal.laas.fr/hal-01847563>.

[**Perez et al. 2018**] C. G. PEREZ, E. CHANTERY, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, J. SOTOMAYOR, and C. 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>.

[**Lamrini et al. 2018**] B. LAMRINI, A. GJINI, S. DAUDIN, F. ARMANDO, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, Anomaly Detection using One-Class SVM for Network Traffic Characterization, International Workshop on Principles of Diagnosis (DX 18), Warsaw (Poland), 27-30 August 2018.

[**Verdière et al. 2018**] N. VERDIÈRE, C. JAUBERTHIE, AND L. TRAVE-MASSUYES. 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>.

[**Tran et al. 2017**] T. A. TRAN, C. JAUBERTHIE, F. LE GALL, L. TRAVE-MASSUYES, Interval Kalman filter enhanced by positive definite upper bounds, 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control (WC IFAC'17), Toulouse, France, 9-14 July 2017.

[**Pencolé et al. 2017**] Y. PENCOLE, G. STEINBAUER, C. MÜHLBACHER, and L. TRAVE-MASSUYES. Diagnosing Discrete Event Systems Using Nominal Models Only. In 28th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX'17), page 15p., Brescia, Italy, September 2017. doi: 10.29007/1d2x. URL <https://hal.laas.fr/hal-01929441>.

[**Obry et al. 2017**] T. OBRY, A. SUBIAS, and L. TRAVE-MASSUYES. A Learning Algorithm for Episodes. In 28th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX 2017), page 5p., Brescia, Italy, September 2017. URL <https://hal.laas.fr/hal-01847561>.

[**Grastien et al. 2017**] A. GRASTIEN, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, V. PUIG, Solving Diagnosability of Hybrid Systems via Abstraction and Discrete Event Techniques, *IFAC-PapersOnLine*, Volume 50, Issue 1, 5023-5028, 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control (WC IFAC'17), Toulouse, France, 9-14 July 2017.

[**Barbosa et al. 2017**] N. BARBOSA ROA, L. TRAVE-MASSUYES, V. HUGO GRISALES, Diagnosability improvement of dynamic clustering through automatic learning of discrete event models, 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control (WC IFAC'17), Toulouse, France, 9-14 July 2017, doi: 10.1016/j.ifacol.2017.08.214. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02004430>.

[**Vasquez et al. 2017**] J. W. VASQUEZ, L. TRAVE-MASSUYES, A. SUBIAS, F. JIMENEZ, Enhanced chronicle learning for process supervision, 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control (WC IFAC'17), Toulouse, France, 9-14 July 2017.

[**Perez et al. 2017**] C. G. PEREZ, E. CHANTERY, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, J. SOTOMAYOR, Fault-Driven Structural Diagnosis Approach in a Distributed Context, 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control (WC IFAC'17), Toulouse, France, 9-14 July 2017.

[**Fergani et al. 2017**] S. FERGANI, C. JAUBERTHIE, L. TRAVE-MASSUYES, Automotive vehicle sideslip angles estimation in a bounded-error context, 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control (WC IFAC'17), Toulouse, France, 9-14 July 2017.

- [Tran et al. 2016] T. A. TRAN, F. LE GALL, C. JAUBERTHIE, L. TRAVE-MASSUYES, Two stochastic filters and their extensions using interval analysis, IFAC International Conference on Intelligent Control and Automation Sciences (IFAC ICONS'16), Reims (France), june 2016, 8p.
- [Vasquez et al. 2016] J. VASQUEZ, L. TRAVE-MASSUYES, A. SUBIAS, F. JIMENEZ, C. AGUDELO, Alarm management based on diagnosis, IFAC International Conference on Intelligent Control and Automation Sciences (IFAC ICONS'16), Reims (France), june 2016, 6p.
- [Barbosa et al. 2016] N. BARBOSA ROA, L. TRAVE-MASSUYES, V. HUGO GRISALES, A novel algorithm for dynamic clustering: properties and performance, 15th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications, Anaheim, California, USA, 2016.
- [Barbosa et al. 2016] N. BARBOSA ROA, L. TRAVE-MASSUYES, V. HUGO GRISALES, Dynamic clustering for process supervision, *XVII Latin American Conference on Automatic Control*, Medellín-Colombia, 2016.
- [Grastien et al. 2016] A. GRASTIEN, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, V. PUIG, Solving Diagnosability of Hybrid Systems via Abstraction and Discrete Event Techniques, The 27th International Workshop on Principles of Diagnosis DX-2016, Denver, Colorado, USA, 2016.
- [Perez et al. 2016] C. G. PEREZ, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, E. CHANTERY, J. SOTOMAYOR Fault-Driven Minimal Structurally Overdetermined Set in a Distributed Context, The 27th International Workshop on Principles of Diagnosis DX-2016, Denver, Colorado, USA, 2016.
- [Jauberthie et al. 2016] C. JAUBERTHIE, N. VERDIERE, L. TRAVE-MASSUYES, Set-membership functional diagnosability: Definitions and analysis, 3rd International Conference on Control and Fault-Tolerant Systems SysTol'16, Barcelona, Spain, 2016.
- [Perez et al. 2015] C. G. PEREZ, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, E. CHANTERY, J. SOTOMAYOR. Decentralized diagnosis in a spacecraft attitude determination and control system. *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, Conference Series, 659, 2015.
- [Travé-Massuyès et al. 2015] L. TRAVE-MASSUYES, R. PONS, P. RIBOT, Y. PENCOLE, C. JAUBERTHIE, Condition-based Monitoring and Prognosis in an Error-Bounded Framework, 26th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-2015), Paris, France, 31 august-4 september, 2015.
- [Maïga et al. 2015] M. MAIGA, N. RAMDANI, L. TRAVE-MASSUYES, Robust fault detection in hybrid systems using set-membership parameter estimation, 9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'15, Paris, France, 2-4 september, 2015.
- [Barbosa et al. 2015] N. BARBOSA ROA, L. TRAVE-MASSUYES, V. HUGO GRISALES, Trend-Based Dynamic Classification for on-line Diagnosis of Time-Varying Dynamic Systems, IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'15, Paris, France, 2-4 september, 2015.
- [de Mortain et al. 2015] F. DE MORTAIN, A. SUBIAS, L. TRAVE-MASSUYES, V. DE FLAUGERGUES, Towards Active Diagnosis of Hybrid Systems leveraging Multimodel Identification and a Markov Decision Process, 9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'15, Paris, France, 2-4 september, 2015.
- [Blesa et al. 2015] J. BLESA, F. LE GALL, C. JAUBERTHIE, L. TRAVE-MASSUYES, State Estimation and Fault Detection using Box Particle Filtering with Stochastic Measurements, 9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'15, Paris, France, 2-4 september, 2015.

## SEMINAIRES, WORKSHOPS, COLLOQUES NATIONAUX

- [Bouziat et al. 2019c] V. BOUZAT, X. PUCCEL, S. ROUSSEL, and L. TRAVE-MASSUYES. Estimabilité à état unique des systèmes à événements discrets. In 13èmes Journées d'Intelligence Artificielle Fondamentale (JIAF 2019), Toulouse, France, July 2019b. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02302952>.

[Bouziat *et al.* 2018b] V. BOUZIAT, X. PUCCEL, S. ROUSSEL, and L. TRAVE-MASSUYES. Diagnostic préférentiel à base de modèles discrets pour des fautes intermittentes et permanentes. In 12èmes Journées d'Intelligence Artificielle Fondamentale (JIAF 208), Amiens, France, June 2018b. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01928837>.

[Jaubertie *et al.* 2017] C. JAUBERTHIE, N. VERDIERE, L. TRAVE-MASSUYES, Set-membership functional diagnosability through linear functional independence, 10th Summer Workshop on Interval Methods, and 3rd International Symposium on Set Membership - Applications, Reliability and Theory, Manchester, United Kingdom, Jun. 2017.

[Travé-Massuyès 2016] L. TRAVE-MASSUYES, Set-membership Identifiability and its application to Fault Detection and Identification, (Invited seminar), Dagstuhl Seminar on « Symbolic-Numeric Methods for Reliable and Trustworthy Problem Solving in Cyber-Physical Domains », dec. 2016.

## LIVRES ET OUVRAGES

[Travé-Massuyès *et al.* 2018] L. TRAVE-MASSUYES, ANNA SZTYBER, Proceedings of the 29th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-2018), CEUR-WS, Vol.2289, September 2018.

[Pencolé *et al.* 2015] Y. PENCOLE, L. TRAVE-MASSUYES, E. DAGUE, Proceedings of the 26th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-2015), CEUR-WS, Vol.1507, November 2015.

## CHAPITRES D'OUVRAGES

[Condotta *et al.* 2019] J.F. CONDOTTA, F. LE BER, G. LIGOZAT, L. TRAVE-MASSUYES. Qualitative reasoning about time and space. In : *A Guided Tour of Artificial Intelligence Research*, 2019, vol. 1, Springer.

[Cordier *et al.* 2019] M.O. CORDIER, DAGUE, P., PENCOLÉ, Y., L. TRAVE-MASSUYES. Diagnosis and supervision: model based approaches. In : *A Guided Tour of Artificial Intelligence Research*, 2019, vol. 1, Springer.

[Zaatiti *et al.* 2018] H. ZAATITI, L. YE, P. DAGUE, J-P. GALLOIS, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, (2018) Abstractions Refinement for Hybrid Systems Diagnosability Analysis. In: *Sayed-Mouchaweh M. (eds) Diagnosability, Security and Safety of Hybrid Dynamic and Cyber-Physical Systems*. pp.279-318, Springer, Cham.

[Sarrate *et al.* 2018] R. SARRATE, V. PUIG, L. TRAVÉ-MASSUYÈS, (2018) Diagnosis of Hybrid Dynamic Systems Based on the Behavior Automaton Abstraction. In: *Sayed-Mouchaweh M. (eds) Fault Diagnosis of Hybrid Dynamic and Complex Systems*. pp. 243-278, Springer, Cham.

## LOGICIELS

[Pons & Travé-Massuyès 2019] R. PONS, L. TRAVE-MASSUYES, Dyclee : a Dynamic Clustering Algorithm for tracking Evolving Environments, Language : Python, System : Unix-like, Version : Dec. 2019.

[Barbosa & Travé-Massuyès 2016] N. BARBOSA ROA, L. TRAVE-MASSUYES, Dyclee : a Dynamic Clustering Algorithm for tracking Evolving Environments, Language : Python, System : Unix-like, Version : Nov. 2016.

## RAPPORTS DE CONTRAT ET AUTRES RAPPORTS

[Travé-Massuyès *et al.* 2019] L. TRAVE-MASSUYES, R. PONS, M-V. LELANN, EVOLEARN Apprentissage évolutif pour la maintenance prédictive, Rapports intermédiaires et rapport final du projet Région - Prématuration 2017 EVOLEARN, janvier 2019, septembre 2019, Décembre 2019.

[Travé-Massuyès *et al.* 2016] L. TRAVE-MASSUYES, Y. PENCOLE, P. RIBOT, M. MAIGA, F. DELMOND, Final report of the project CORAC EPICE « CORALIE – Etude de concepts systèmes et d'amélioration

acoustique », Poste n. 8 : Contrôle Santé – Volet 1 Application de surveillance santé du système de prélèvement d'air, mars 2016.

[**Maiga et al. 2015**] M. MAIGA, N. RAMDANI, L. TRAVE-MASSUYES, Report of the Project MAGIC-SPS : ANR-11-INSE-006, Deliverable N°4.3, Méthodes pour l'observation ensembliste hybride et détection de défaut, jan 2015.

[**Travé-Massuyès et al. 2015**] L. TRAVE-MASSUYES, E. CHANTHERY, R. DE FERLUC, B. DELLANDREA, Reports of the Project R&T CNES Diagnostic actif par OBCP, avril 2014-sept. 2015.

[**Barbosa et al. 2014a**] N. BARBOSA ROA, L. TRAVE-MASSUYES, V. HUGO GRISALES, Data Stream Clustering Methods: A Review. working paper or preprint, 2014a. URL <https://hal.laas.fr/hal-02315833>.

[**Barbosa et al. 2014b**] N. BARBOSA ROA, L. TRAVE-MASSUYES, V. HUGO GRISALES, Online Data Stream Clustering: Proposal. working paper or preprint, 2014b. URL <https://hal.laas.fr/hal-02315834>.