



---

# Rapport d'activité 2010-2015

Janvier 2010 – Janvier 2015

---

*Louise Travé-Massuyès*

LAAS-CNRS  
Section du Comité National n°7  
4 février 2015

---

LAAS-CNRS

---

# Louise Travé-Massuyès

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 ACTUELLE

Responsable de l'équipe de recherche "Diagnostic, Supervision et Conduite" au sein du LAAS.

## 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, Toulouse, France. 1998
- 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 — Diagnosticabilité, placement de capteurs, diagnostic actif — Architectures autonomes — Architectures de maintenance — Détection et diagnostic basés sur des modèles causaux — Modèles qualitatifs et formalismes de raisonnement qualitatif.

# Table of Contents

---

<i>Fonction actuelle</i> .....	ii
<i>Situations professionnelles</i> .....	ii
<i>Formation</i> .....	ii
<i>Activités de recherche</i> .....	ii
<b>RAPPORT D'ACTIVITE 2010-2015</b> .....	<b>1</b>
<b><i>Préambule</i></b> .....	<b>1</b>
<b><i>Contributions scientifiques</i></b> .....	<b>1</b>
Modèles à incertitude bornée et estimations pour le diagnostic .....	2
Identifiabilité, identifiabilité ensembliste et liens avec la diagnosticabilité.....	2
Atteignabilité hybride et Observateurs hybrides ensemblistes.....	3
Intégration du paradigme probabiliste et ensembliste pour la représentation des incertitudes....	4
Filtrage de Kalman par intervalles.....	4
Filtrage particulière par intervalles .....	5
Diagnostic et pronostic ensembliste .....	5
Architectures de diagnostic.....	6
Diagnostic décentralisé par redondance analytique et notion d'isolation à la demande .....	6
Diagnosticabilité et sélection de capteurs par analyse struturelle.....	6
Diagnostic des systèmes hybrides .....	7
Diagnostic hybride par couplage de techniques pour systèmes continus et pour systèmes à événements discrets.....	7
Diagnostic actif basé sur le diagnostiqueur .....	8
Couplage synergique d'un estimateur hybride et de HyDiag.....	10
Diagnostic hybride à base de modèles causaux .....	10
Apprentissage pour le diagnostic et le suivi d'état.....	10
Apprentissage de motifs temporels.....	10
Classification avec détection de nouveauté .....	11
<b><i>Programme de recherche</i></b> .....	<b>12</b>
Diagnostiqueurs certifiés.....	12
Incertitudes mixtes : stochastiques et à erreurs bornées.....	12
Apprentissage de modèles pour le diagnostic.....	13
<b><i>Enseignement, formation et diffusion de la culture scientifique</i></b> .....	<b>14</b>
Direction de thèses .....	14
Thèses en cours .....	14
Thèses soutenues .....	15
Direction de stagiaires .....	15
Stages M2 .....	15
Autres stages et séjours .....	15
Enseignement et tutoriels .....	16
Formations doctorales .....	16

Ecoles d'été et tutoriels.....	16
Participation à des jurys de thèse et HDR en tant que rapporteur.....	16
Participation à des jurys de thèse.....	17
Organisation de manifestations scientifiques.....	17
Participation à des Comités Internationaux de Programme.....	18
Intervention pour des rapports de lecture de revues et conférences internationales.....	19
Revue.....	19
Conférences (autres que IPC).....	19
<b>Transfert technologique, Relations industrielles et Valorisation.....</b>	<b>19</b>
Projets.....	19
Projets nationaux et bilatéraux en cours.....	19
Projets nationaux et bilatéraux terminés.....	20
<b>Conseils et Expertises.....</b>	<b>20</b>
<b>Membre d'instances scientifiques ou administratives.....</b>	<b>21</b>
Au sein du LAAS.....	21
A l'extérieur du LAAS.....	21
<b>Participation aux programmes nationaux.....</b>	<b>22</b>
<b>PUBLICATIONS SUR LA PERIODE.....</b>	<b>23</b>
<i>Revue Scientifique</i> .....	23
<i>Ouvrages (contributions)</i> .....	24
<i>Manifestations avec actes</i> .....	25
<i>Manifestations avec actes a diffusion limitée</i> .....	27
<i>Manifestations Nationales avec actes (certaines étrangères)</i> .....	27
<i>Manifestations sans actes</i> .....	28
<i>Rapports de Contrat</i> .....	28
<i>Rapports LAAS</i> .....	28

# Rapport d'activité 2010-2015

Janvier 2010 – Janvier 2015

## PREAMBULE

Ce rapport résume mon activité scientifique au cours des 5 dernières années. Il présente les thèmes de travail et les résultats obtenus ainsi que les collaborations nationales et internationales. Mes responsabilités scientifiques, administratives et contractuelles sont également incluses.

Les références données entre crochets se rapportent à ma production scientifique qui fait l'objet du document annexe. Les autres références sont données en bas de page.

## CONTRIBUTIONS SCIENTIFIQUES

Ma recherche se déroule au LAAS (Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes) (Directeur actuel: Jean Arlat). Sur la période, j'ai contribué à la vie du LAAS suivant deux volets :

- 1) en tant que responsable du pôle MOCOSY de 2007 à 2011 avec le double rôle de porte-parole du pôle au conseil de direction d'une part, et de relai de la direction vers le pôle, en le mobilisant sur les actions du laboratoire et en présidant le conseil de pôle, structure de synergie, concertation, coordination, animation scientifique et élaboration de la prospective scientifique.
- 2) en tant que responsable de l'équipe DISCO « Diagnostic, Supervision et Conduite », en contribuant :
  - à la définition des activités et de la stratégie scientifique de cette équipe,
  - à son positionnement et rayonnement au sein de la communauté académique nationale et internationale,
  - à son impact dans le paysage industriel coloré au niveau régional par le pôle de compétitivité « Aéronautique, Espace et Systèmes Embarqués ».

Ma contribution a également porté sur le recrutement. Le groupe DISCO a intégré deux nouveaux chercheurs sur la période: Pauline Ribot qui a pris ses fonctions de Maître de Conférences à l'UPS de Toulouse en septembre 2011; Euriell Le Corronc qui a pris ses fonctions de Maître de Conférences à l'UPS de Toulouse en septembre 2013;

Sur l'ensemble de ma carrière, mon travail de recherche s'est articulé autour de la problématique de *l'analyse, la commande et la conduite des systèmes dynamiques ainsi que leur sûreté de fonctionnement*. Mon activité actuelle porte sur *diagnostic, à la surveillance et à supervision des systèmes dynamiques*. Je m'intéresse aux approches de *diagnostic* existant d'une part dans la communauté IA et d'autre part dans la communauté Automatique. Etablir des passerelles entre ces approches est l'un de mes objectifs et signe l'originalité de l'équipe DISCO.

### Identifiabilité, identifiabilité ensembliste et liens avec la diagnosticabilité

Lors de la modélisation d'un phénomène, la structure retenue pour le modèle paramétrique doit permettre l'estimation des paramètres. Ainsi, étant donné un ensemble de paramètres admissibles  $U_{ad}$  nous souhaitons savoir s'il est possible de trouver un vecteur unique de paramètres dans  $U_{ad}$  (*identifiabilité globale*) ou si ce vecteur est localement unique (*identifiabilité locale*), indépendamment de toute expérience.

Ces dernières années, les méthodes basées sur des modèles ensemblistes (car les quantités impliquées prennent leurs valeurs dans des ensembles de réels), qui font l'hypothèse d'incertitudes bornées, ont significativement progressé d'un point de vue fondamental, notamment en ce qui concerne l'intégration des modèles différentiels et les calculs d'atteignabilité. Elles ont également montré leur intérêt dans de nombreux domaines : analyse de stabilité, synthèse de lois de commande, validation, sûreté de fonctionnement, estimation, diagnostic, etc.

On peut se demander comment la propriété d'identifiabilité peut s'interpréter dans un cadre ensembliste (*set-membership (SM)* en anglais), dans lequel l'identifiabilité porte sur un ensemble connexe de paramètres  $P$ . C'est le sens du travail que nous avons effectué dans lequel nous notons que l'identifiabilité ensembliste doit être nuancée. Trois définitions complémentaires ont en effet été proposées [Jauberthie *et al.* 2011]:

- la *SM-identifiabilité*, qualifie un ensemble de paramètres  $P^*$ ,
- la  *$\mu$ -SM-identifiabilité* qualifie  $P^*$  et impose à tout sous-ensemble propre de  $P^*$  d'être également SM-identifiable ; celle-ci étend l'identifiabilité classique dans le sens où si  $P^*$  est  $\mu$ -SM-identifiable, alors tout  $p \in P^*$  est identifiable.
- la  *$\varepsilon$ -SM-identifiabilité* qui peut être vue comme une  *$\mu$ -SM-identifiabilité* structurelle puisqu'elle requiert la  *$\mu$ -SM-identifiabilité* seulement pour les sous-ensemble propre de  $P^*$  ayant un « diamètre » supérieur à  $\varepsilon$ .

Les liens avec des concepts proposés dans la littérature récente, incluant l'« identifiabilité par intervalle »<sup>1</sup>, la « identifiabilité globale dans un ensemble »<sup>2</sup> et l'injectivité partielle<sup>3</sup> ont été analysés. Nous avons mis en évidence comment les propriétés proposées peuvent se ramener à l'étude de l'injectivité partielle et de l'injectivité partielle *réduite* (que nous avons introduite) d'une fonction obtenue par l'algèbre différentielle [Jauberthie *et al.* 2011]. Ce résultat est à la base d'une méthode pour tester les propriétés. Une autre méthode a également été proposée basée sur un développement en série de Taylor [Jauberthie *et al.* 2011]. [Jauberthie *et al.* 2012a]. mais celle-ci nous paraît moins performante que la précédente.

Dans [Jauberthie *et al.* 2013], nous avons proposé une méthode de détection et d'identification de défauts par estimation de paramètres ensemblistes sur la base des relations entrée-sortie et paramètres

<sup>1</sup> S. Vajda, J.J. DiStefano III, K.R. Godfrey, and J. Fagarasan. Parameter space boundaries for unidentifiable compartmental models. *Math. Biosciences*, 97 :27–60, 1989.

<sup>2</sup> I. Braems, L. Jaulin, M. Kieffer, and E. Walter. Guaranteed numerical alternatives to structural identifiability testing. In *Proceedings of the 40th IEEE CDC*, pages 3122–3127, Orlando, USA, 2001.

<sup>3</sup> S. Lagrange, N. Delanoue, and L. Jaulin. Injectivity analysis using interval analysis : Application to structural identifiability. *Automatica*, 44, 11 :2959–2962, 2008.

permettant l'analyse de SM-identifiabilité dans la méthode par algèbre différentielle. Cette approche permet de garantir que l'ensemble solution se réduit à un seul ensemble connexe.

Nous avons ensuite étudié l'impact des propriétés proposées sur l'estimation de paramètres en caractérisant un problème d'estimation de paramètres par deux propriétés :

- la soundness qui garantit que l'ensemble solution théorique composé d'un seul ensemble connexe et par là-même que le problème d'estimation paramétrique est bien posé,
- la  $\varepsilon$ -consistency qui garantit, dans le cas de non soundness, que l'ensemble solution retourné par un algorithme d'estimation de type branch-and-bound est composé du même nombre d'ensembles connexes mutuellement disjoints que l'ensemble solution théorique. Un article est actuellement en deuxième soumission à IEEE Trans. Automatic Control [Jauberthie *et al.* Subm].

Par ailleurs nous nous sommes attachés à établir les liens entre identifiabilité et diagnosticabilité, ce qui nous a amenés à proposer le concept de *diagnosticabilité fonctionnelle*. Ces travaux tirent partie de l'algèbre différentielle qui nous permet d'obtenir des polynômes entrée-sortie définissant des relations de redondance analytique. Un article est actuellement en deuxième soumission à Journal Process of Control [Jauberthie *et al.* Subm2]. Nous poursuivons ces recherches en considérant la présence d'incertitudes bornées.

J'effectue ces travaux dans le cadre du projet ANR MAGIC-SPS, en collaboration avec Carine Jauberthie qui est M&C dans l'équipe DISCO et Nathalie Verdière, M&C à l'Université du Havre.

Notons également un travail en début de période portant sur l'identifiabilité (au sens classique) des systèmes non linéaires à retard. Nous avons proposé une condition suffisante pour tester l'identifiabilité en ramenant l'étude à un système linéarisé. Ce résultat est obtenu en combinant un résultat classique d'identifiabilité pour les systèmes non linéaires ordinaires différentiels avec un résultat d'identifiabilité portant sur les systèmes linéaires différentiels à retards [Jauberthie & Travé-Massuyès 2010].

## Atteignabilité hybride et Observateurs hybrides ensemblistes

Le calcul de l'ensemble atteignable par un système à dynamique hybride, c'est-à-dire la détermination de la partie 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 coeur des méthodes ensemblistes d'estimation et d'observation des systèmes continus et hybrides.

Ce travail vise à développer des algorithmes génériques d'observation ensembliste de l'état continu et du mode discret des systèmes dynamiques hybrides (SDH) dans le but de réaliser la détection de défauts et le diagnostic de défauts pour les SDH en présence d'incertitudes bornées.

Nous avons développé à cet effet des algorithmes 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 [Maiga *et al.* Subm].

Ces contributions combinées nous ont ainsi permis de développer une méthode d'atteignabilité rapide et efficace dédiée aux SDH à incertitudes bornées. Cette méthode a été utilisée pour construire un observateur hybride qui nous a permis de reconstruire le mode actif et l'état continu du système hybride. De plus, nous avons proposé une méthode permettant d'estimer les paramètres dans un contexte à erreurs bornées. Cette méthode s'appuie sur la méthode d'atteignabilité hybride et une méthode de partitionnement que nous avons nommé SIVIA-H.

## Passage des gardes

En ce qui concerne le passage des gardes, deux approches ont été proposées.

Lorsque la condition de garde est linéaire, la méthode se base sur des opérations géométriques d'intersection entre zonotope et hyperplan/demi-espace. Son avantage réside dans le fait qu'elle se réduit à des calculs d'algèbre linéaire simples qui lui procurent une complexité polynômiale et des temps de calcul faibles qui favorisent le passage à l'échelle.

Pour le cas des gardes non linéaires, nous avons proposé une méthode basée sur l'intégration de Taylor ensembliste et la résolution d'un problème de satisfaction de contraintes. Elle utilise la bisection dans la seule direction du temps et fait collaborer plusieurs contracteurs intervalle pour réduire le domaine des vecteurs d'état localisés sur la garde pendant la tranche de temps étudiée [Maïga *et al.* 2013b].

## Fusion des trajectoires

Le problème de fusion des trajectoires est une conséquence directe du problème de passage de gardes ensemblistes. La méthode proposée est basée sur l'encadrement de l'ensemble des trajectoires à un instant après le saut par un zonotope. En effet, le domaine de solution de notre intégrateur représente la solution sous forme de MSBP, c'est-à-dire d'un zonotope particulier, ce qui s'avère donc tout à fait approprié. Cette méthode produit des encadrements réalisant une sur-approximation bien moindre que la méthode classique qui consiste à prendre l'enveloppe convexe [Maïga *et al.* 2013a].

Des évaluations numériques ont été réalisées sur des benchmarks, nous permettant d'apprécier les performances des algorithmes proposés. L'application à des systèmes réels fera l'objet d'un travail sur la prochaine période.

Ce travail a fait l'objet d'une collaboration avec N. Ramdani par l'intermédiaire de la thèse de Moussa Maïga co-encadrée dans le cadre du projet ANR MAGIS-SPS. Cette thèse se soutiendra au cours du premier trimestre 2015.

## Intégration du paradigme probabiliste et ensembliste pour la représentation des incertitudes

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 avons considéré la problématique 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 suivant des distributions gaussiennes comme dans le cas du filtre de Kalman classique.

Ce travail se base sur les résultats précédents de Chen *et al.*<sup>4</sup> qui étendent le filtrage de Kalman classique à des modèles par intervalles. Cependant, les expressions du filtre font intervenir des inversions de

---

<sup>4</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.



matrices qui sont particulièrement délicates dans un cadre ensembliste puisque l'intervalle de valeurs de leur déterminant peut inclure 0.

Notre contribution a consisté à proposer une approche alternative pour résoudre le problème de l'inversion matricielle sans perte de solution et en contrôlant le pessimisme inhérent au calcul par intervalles. Par ailleurs, nous tirons également partie de l'ajout de contraintes exprimant les propriétés des matrices impliquées dans les expressions du filtre [Xiong et al. 2013a][Xiong et al. 2012]. Il en résulte un filtre garanti, ce qui n'était pas le cas du filtre de Chen *et al.*, 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 s'est fait en collaboration avec Carine Jauberthie, avec le co-encadrement de la thèse de Jun Xiang qui a été soutenue le 12 septembre 2013.

### Filtrage particulière par intervalles

Ce travail poursuit la même idée que le travail précédent sur le filtrage de Kalman ensembliste 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.

Les particules considérées sont des vecteurs intervalles, ou « boîtes » et l'état du système à un instant  $k$  est approximé par un ensemble de particules, pondérées en fonction de leur probabilité à postériori que nous obtenons en adoptant un cadre bayésien adapté au formalisme des intervalles.

La méthode proposée comprend une nouvelle approche pour pondérer les particules. Leur poids est en effet fixé en fonction de leur probabilité à postériori que nous obtenons en adoptant un cadre bayésien adapté au formalisme des intervalles. En outre, nous proposons une nouvelle procédure de ré-échantillonnage basée sur le repartitionnement de la boîte englobant l'état actualisé. Cet algorithme de filtrage particulière par intervalles a été appliqué dans un schéma de détection de défauts et illustré avec un cas d'étude de suivi de cible [Blesa et al. Subm].

Ce travail a donné lieu à une collaboration avec le groupe « Sistemes Avançats de Control » de l'UPC, Terrassa, Espagne, et plus particulièrement avec Joaquim Blesa que nous avons accueilli pour un séjour de trois mois. Au sein de l'équipe DISCO, j'étais entourée de Carine Jauberthie et Françoise Le Gall.

### Diagnostic et pronostic ensembliste

Notre implication dans le projet CORAC CORALIE en partenariat avec Liebherr sur la thématique du pronostic, 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. Pour cela, nous proposons de réaliser une estimation des paramètres du système.

Pour cela, nous conservons le cadre ensembliste.

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 l'état de santé du système, c'est-à-dire estimer la valeur du vecteur des paramètres, grâce à un modèle de comportement du système ; ce module peut-être instancié par l'une des méthodes d'estimation de paramètres présentées précédemment.
- un module de pronostic qui calcule l'évolution des paramètres grâce à un modèle de dégradation et qui

permet de déterminer le RUL des composants du système liés aux paramètres [Jauberthie *et al.* 2012c].

Le prototype logiciel instancié par le modèle de la PRV doit être livré à la fin du mois de février 2015.

Ce travail est mené en collaboration avec plusieurs membres de l'équipe DISCO : P. Ribot et Carine Jauberthie, toutes deux MDC à l'UPS Toulouse, Y. Pencolé, CR CNRS et R. Pons, Ingénieur de recherche dont le contrat est maintenant terminé.

## Architectures de diagnostic

### Diagnostic décentralisé par redondance analytique et notion d'isolation à la demande

Dans ce travail, nous avons souhaité répondre aux contraintes liées à la conception des systèmes généralement articulées autour d'une décomposition fonctionnelle. Ainsi, nous proposons une architecture de diagnostic qui se décompose par fonctions et qui permet en cela une *co-conception fonction-diaognostiqueur*.

Des diagnostiqueurs locaux sont associés aux différents sous-systèmes fonctionnels 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.

Nous avons démontré, en nous plaçant dans le cadre de l'analyse structurelle et diagnostic par relations de redondance analytique (RRA), qu'une telle architecture permet d'obtenir un degré de diagnosticabilité identique à celui qu'obtiendrait un diagnostiqueur global. Cependant une telle architecture présente 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 [Indra *et al.* 2012][Indra *et al.* 2013][Chantry *et al.* Subm].

L'architecture de diagnostic hiérarchique proposée trouve sa place dans le contexte de l'autonomie des systèmes spatiaux.

Les performances de cette approche ont été testées sur un simulateur du satellite Cassini, utilisé dans la mission Cassini-Huygens vers Saturne qui requiert un niveau élevé d'autonomie. Pour cela, un simulateur a été développé avec Matlab-Simulink en s'appuyant sur un ensemble d'articles de JPL, les concepteurs de ce satellite, qui permettent de mettre en œuvre une dynamique et des modèles de capteurs et d'actionneurs réalistes et fiables. Ce simulateur permet l'injection de défauts qui en font un benchmark pertinent pour tester les systèmes de diagnostic. Son architecture décentralisée a été comparée au diagnostiqueur utilisé dans le système de protection de Cassini du point de vue du coût de calcul mais aussi par des mesures qualitatives comme l'effort requis par le développement et la facilité d'intégration dans le cycle de conception [Indra, Travé-Massuyès 2013].

Ce travail se fait en collaboration avec Elodie Chantry, avec le co-encadrement de la thèse de Saurabh Indra. Il s'est en partie effectué dans le cadre d'un projet avec le CNES et Thalès Alenia Space.

### Diagnosticabilité et sélection de capteurs par analyse struturelle

L'analyse structurelle a également été la base de travaux concernant la diagnosticabilité et la sélection de capteurs. Etant donné un modèle du système, les MSO (Minimal Structurally Overdetermined sets)

représentent les sous-ensembles d'équations juste sur-déterminées 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, il faut faire une sélection de MTES à mettre en œuvre sous forme de générateur de résidus et répondant aux spécifications de détection et d'isolation. Partant des travaux de l'équipe de Linköping<sup>5 6</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, effectué 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. Subm].

## Diagnostic des systèmes hybrides

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

Ce travail a démarré pendant la période antérieure avec la thèse de Mehdi Bayouhd soutenue en 2009 et effectuée dans le cadre d'un partenariat avec Alcatel Alenia Space France. Celle-ci qui a abouti à la mise en œuvre d'un diagnostiqueur basé sur des modèles hybrides nommé HYDIAG.

Considérant un système hybride sous forme d'un automate hybride, l'approche mise en œuvre dans HyDiag se base sur une extension de la méthode de l'espace de parité pour générer des indicateurs de cohérence (résidus) associés à chaque mode (états de l'automate). Nous introduisons le concept de *signature miroir* qui généralise la notion de signature de défaut. Dans l'approche classique, la connaissance du système se réduit à son modèle de bon comportement à partir duquel on établit un ensemble de RRA, donc de résidus, et la signature d'un défaut est donnée par la valeur prise par les résidus dans la situation de défaut. Dans le cas d'un système multimode, un tel ensemble de résidus peut être déterminé à partir de chacun des modèles associés à chaque mode. Ainsi une situation de défaut peut-être considérée vis-à-vis de chacun des modes de comportement anticipés, incluant des modes de défaut. La valeur des résidus d'un mode  $x_{mi}$  lorsque le système est dans la situation de faute  $f_j$ , correspondant au mode  $x_{mj}$ , constitue donc la signature miroir du mode  $x_{mj}$  dans le mode  $x_{mi}$ . La *signature d'un mode*  $x_{mj}$  est ensuite définie par  $Sig(x_{mj})$  comme la concaténation de toutes les signatures miroir d'un mode.

Disposant d'une signature pour chaque mode, nous proposons ensuite d'abstraire les changements de signature résultant de la transition d'un mode à un autre par un ensemble d'événements  $\Sigma^{Sig} = \Sigma_o^{Sig} + \Sigma_n^{Sig}$  avec la fonction suivante :

<sup>5</sup> M. Krysander, 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>6</sup> M. Krysander, 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.

$$\mathcal{J}_{CS\_DES} \subseteq X_d^2 \times \Sigma^{Sig}$$

$$(x_{mi}, x_{mj}) \rightarrow \begin{cases} R_{oj} \in \Sigma_o^{Sig} \text{ si } Sig(x_{mi}) \neq Sig(x_{mj}) \\ R_{uoj} \in \Sigma_{uo}^{Sig} \text{ si } Sig(x_{mi}) = Sig(x_{mj}) \end{cases}$$

Un événement observable  $R_{oj} \in \Sigma_o^{Sig}$  est généré lorsque la signature des deux modes est différente, alors que l'événement  $R_{uoj} \in \Sigma_{uo}^{Sig}$  est inobservable dans le cas contraire. L'ensemble d'événements  $\Sigma^{Sig}$  est utilisé pour enrichir l'automate sous-jacent et obtenir l'automate dit *de comportement*  $B = (X_a, \Sigma \cup \Sigma^{Sig}, T, X_{do})$  qui représente toute l'information utile au diagnostic : issue de la dynamique continue tout comme de la dynamique discrète. L'approche classique dans le domaine des SED du diagnostiqueur<sup>7</sup> permet ensuite de suivre le mode courant du système sur la base des événements observables reçus, i.e. de fournir un diagnostic [Bayouhd & Travé-Massuyès 2013].

Sur la période, nous avons testé le diagnostiqueur HyDiag sur un système de puissance électrique existant physiquement dans le laboratoire ADAPT de NASA Ames et proposé comme benchmark dans la compétition DXC organisée par la communauté DX [Maiga *et al.* 2012a].

Sur la période également, ce travail a été étendu pour pouvoir prendre en compte des défauts dont le modèle n'est pas explicite mais qui ne sont connus que par leur impact sur le comportement normal [Vento Maldonado *et al.* 2012]. Par ailleurs, il a été repris avec l'idée de remédier au problème de complexité spatiale posé par le stockage du diagnostiqueur complet. Nous avons en effet 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. Ce travail a donné lieu à une collaboration avec le groupe « Sistemes Avançats 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.

## Diagnostic actif basé sur le diagnostiqueur

### Cadre déterministe

[Ref Bayouhd *et al.* 2009a-b] 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  $B = (X_a, \Sigma \cup \Sigma^{Sig}, T, X_{do})$ , en prenant en compte les réponses dynamiques du système [Bayouhd & Travé-Massuyès 2013].

Dans la proposition précédente, l'approche avait été mise en oeuvre par un algorithme de type Minimax qui ressortait le premier plan conditionnel trouvé. Nous avons repris cette approche en insérant un critère d'optimisation et en nous basant sur un diagnostiqueur actif, généré avec ActDiaDes développé par

<sup>7</sup> M. Sampath, R. Sengputa, S. Lafortune, K. Sinnamohideen, and D. Teneketsis. *Diagnosability of discrete-event systems. IEEE Transactions on Automatic Control, 40:1555–1575, 1995.*

Yannick Pencolé. Le diagnostiqueur actif spécialisé d'une faute  $F$  rajoute un marquage pour chaque état. Ce marquage est indiqué par le code de couleurs indiqué par le tableau suivant :

Etiquette	Signification	Intérêt pour le diagnostic actif
<b><math>F</math> – <i>nondiscriminable</i></b>	On ne pourra jamais dire si la faute $F$ a eu lieu ou non	NON : ces états ne sont pas intéressants
<b><math>F</math> – <i>discriminable</i></b>	Il existe au moins un moyen de savoir si la faute $F$ a eu lieu ou non	OUI : ces états sont d'intérêt pour le diagnostic actif
<b><math>F</math> – <i>sain</i></b>	La faute $F$ n'a pas eu lieu	NON : le diagnostic n'est pas ambigu
<b><math>F</math> – <i>sûr</i></b>	La faute $F$ a eu lieu	NON : le diagnostic n'est pas ambigu

Le diagnostiqueur actif est ensuite utilisé par un algorithme AO\* pour générer, grâce à une heuristique, le plan conditionnel optimal<sup>8</sup> [Chanthery *et al.* 2012].

Ce travail s'effectue 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 seront mis en œuvre sous forme d'OBCP (On Board Control Procedures) et testés sur banc chez Thalès Alenia Space.

### Cadre stochastique

Le diagnostic actif est également le thème de travail de la thèse de Florian de Mortain, co-encadrée avec Audine Subias, qui se déroule dans le cadre d'une convention CIFRE avec la société PSA.

Le besoin exprimé par PSA est de développer un concept de diagnostic débarqué pour chaînes de traction hybrides, et actif, en ce sens qu'il pilotera les actionneurs (papillon, vannes, injection, ...) du système afin d'aboutir à un diagnostic non ambigu. Un tel module repose sur la mise au point de sollicitations particulières du système à diagnostiquer, calculées spécifiquement en vue de discriminer les défauts. L'idée est de concevoir des lois de contrôle permettant de commander le système dans une séquence de modes de fonctionnement (non nécessairement naturels) qui amène à l'identification du défaut. La méthode se base sur la génération d'un ensemble de résidus et d'une signature pour chaque mode de fonctionnement moteur et leur évaluation dans un cadre stochastique qui utilise une mesure de « distingabilité », issue de la littérature<sup>9</sup>. Elle permet le calcul d'un indicateur, appelé le *Correct Diagnosis Rate* (CDR). Celui-ci évalue la confiance associée à un diagnostic en fonction de la séquence d'actions qui ont été précédemment appliquées. La deuxième partie de la méthode définit un cadre pour le diagnostic actif en formulant le problème de planification conditionnelle comme un processus de décision de Markov (MDP). Une nouvelle fonction de récompense basée sur le CDR et le coût des actions a été proposée [de Mortain *et al.* Subm].

<sup>8</sup> E. Chanthery, Y. Pencole, and 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 (Japon), 2010, pp. 378–385.

<sup>9</sup> D. Eriksson, E. Frisk, and M. Krysander. *A method for quantitative fault diagnosability analysis of stochastic linear descriptor models*. *Automatica*, vol. 49(6), pp. 1591–1600, 2013.

## Couplage synergique d'un estimateur hybride et de HyDiag

Dans le cadre d'une collaboration avec le Prof. Hofbaur de l'UMIT, Eduard-Wallnöfer-Zentrum à Hall in Tyrol, et avec Graz University of Technology en Autriche, nous avons proposé de coupler l'estimateur hybride hME<sup>10</sup> et notre diagnostiqueur HyDiag. Ce couplage permet d'obtenir une estimation de l'état continu alors que HyDiag n'apporte que l'estimation du mode et il réduit avantageusement le nombre de trajectoires suivies par hME.

Une idée inspirée de HyDiag a également été explorée, proposant de construire des relations de redondance analytiques « séquentielles » qui prennent en compte les transitions entre modes opératoires dans leur calcul. Ceci permet de lever des ambiguïtés au niveau de l'identifiabilité des modes qui sont indistingables dans un cadre classique [Rienmüller *et al.* 2013].

## 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, notamment dans le cadre du Laboratoire Commun AUTODIAG (<http://www.laas.fr/autodiag/>). Elle a été initiée dans le cadre du projet OSEO AMIC TCP qui réunissait à nouveau ACTIA et le LAAS-CNRS.

En contraste avec ce qui avait été fait et pour compléter l'approche de diagnostic, ces travaux se sont 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 systèmes à événements discrets 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, MdC de l'équipe DISCO et Renaud Pons, ingénieur de recherche, 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.

<sup>10</sup> Hofbaur, M. W. and Williams, B. C. (2004). Hybrid estimation of complex systems, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics* 34(5): 2178–2191.



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 a permis de proposer les bases d'un algorithme d'apprentissage en deux étapes [Subias et al. 2014] :

- une méthode de classification floue qui permet de générer des séquences d'événements à partir de séries temporelles provenant des données réelles ou de la simulation de situations de défaut identifiées,
- l'extraction des séquences événementielles caractéristiques sur la base de la séquence d'événements obtenus à l'étape précédente.

La validation de l'algorithme proposé a été faite dans le cadre de la reconnaissance de situations pour les systèmes communicants collaboratifs en collaboration avec l'équipe SARA du LAAS-CNRS [Aguilar et al. 2013]. Un nouveau contexte d'application est apparu récemment, avec la visite de trois mois de Gerald Steinbauer, enseignant-chercheur à l'Université de Graz. Il s'agit d'utiliser notre approche pour apprendre des nouvelles situations permettant à un robot de mettre à jour sa base de connaissances. Plus de détails sont donnés dans la section « Programme de recherche ».

Ce travail se fait en collaboration avec Audine Subias, MdC de l'équipe DISCO, et depuis peu avec Euriell Le Corronc qui a rejoint l'équipe en tant de MdC à l'UPS. Il a donné lieu au co-encadrement de deux stagiaires de M2.

### Classification avec détection de nouveauté

Les méthodes de classification ont démontré leur efficacité aussi bien pour le monitoring que pour l'estimation des états fonctionnels menant au diagnostic. Cependant, en raison de la nature changeante de l'usine industrielle (comportement dans le temps), il serait souhaitable que le système de surveillance ait aussi bien la capacité d'identifier de nouvelles situations associées aux états fonctionnels émergents ainsi que de suivre le mouvement dynamique de cette évolution.

L'objectif du 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'intéresse à l'élaboration d'un algorithme de classification dynamique auto-adaptatif mettant en oeuvre un mécanisme connu sous le nom de détection de nouveauté dans le domaine de l'exploration des données. Ceci doit permettre le suivi des classes associées aux états fonctionnels en intégrant le comportement dynamique des données.

Notre algorithme de classification est couplé à un algorithme représentant les signaux par des 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 la classification. 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. Subm].

L'algorithme et la faisabilité de la méthode seront validés sur le benchmark Tennessee Eastman, tout à fait représentatif d'un procédé industriel.

## PROGRAMME DE RECHERCHE

---

Mon programme de recherche reste dans le domaine du diagnostic, de la surveillance et de la supervision. Cette thématique s'inscrit dans le programme stratégique ADREAM du LAAS. Ils trouvent en outre un écho dans le pôle de compétitivité « Aéronautique, Espace et Systèmes Embarqués » dont le DAS « Systèmes Embarqués » s'est muni d'un programme fédérateur sur le diagnostic (<http://www.aerospace-valley.com/fr/>) jusqu'en fin de 2012, lequel a ensuite été intégré au DAS Gestion de la Maintenance et Maintien en Conditions Opérationnelles (G2MCO) dont je suis devenue co-animatrice.

Les thèmes de ma perspective sont présentés ci-dessous. Ils impliquent la collaboration avec un ou plusieurs chercheurs permanents de l'équipe DISCO.

### *Diagnostiqueurs certifiés*

---

Un de nos objectifs est de proposer des méthodes d'analyse et de synthèse reposant sur des algorithmes numériques robustes, fiables et sûrs. Dans ce contexte se pose le problème de concevoir des diagnostiqueurs certifiés. Deux points de vue vont m'intéresser à cet égard : 1) sous-tendre le raisonnement de diagnostic avec des modèles qui fournissent des résultats garantis; 2) analyser les propriétés des diagnostiqueurs. Les méthodes ensemblistes, en particulier basées sur l'analyse par intervalles, fournissent un ensemble d'outils puissants pour la construction d'estimateurs à base de modèles garantis qui peuvent être utilisés pour la détection et localisation de défauts. Les estimateurs ensemblistes ne sont efficaces que sous des hypothèses limitées et les dynamiques non-linéaires posent encore des problèmes. Les travaux sur l'estimation hybride ensembliste vont dans ce sens et nous souhaitons les poursuivre. D'autre part, les propriétés de tels diagnostiqueurs ne sont pas fermement établies. Nous avons obtenu de premiers résultats intéressants pour l'identifiabilité ensembliste et ce travail doit être poursuivi en le mettant en relation avec les propriétés des algorithmes d'estimation de paramètres et utilisés pour des analyses de diagnosticabilité.

### *Incertitudes mixtes : stochastiques et à erreurs bornées*

---

Il est reconnu que la modélisation des incertitudes par des erreurs bornées représente une alternative intéressante à l'approche stochastique. Ceci est vrai, en premier lieu, parce que les distributions de probabilité des bruits et perturbations affectant un système dynamique peuvent être difficiles à identifier et, en second lieu, parce que certains types d'incertitudes sont mieux représentées par des bornes, comme la tolérance sur certains paramètres physiques, les variations dues au vieillissement, etc.

Ainsi, ces dernières années, de nombreux travaux se sont basés sur des modèles à incertitude bornée, ou *modèles ensemblistes*. Les méthodes ensemblistes ont significativement progressé d'un point de vue fondamental, notamment en ce qui concerne l'intégration de modèles différentiels et les calculs d'atteignabilité. Ces travaux abandonnent l'approche stochastique et se placent exclusivement dans un contexte ensembliste, modélisant toutes les incertitudes (bruits, perturbations, erreurs de modèle) avec des erreurs bornées. Pourtant, certaines incertitudes se prêtent mieux à une modélisation statistique alors que d'autres seront mieux représentées par des erreurs bornées. A notre avis, ces deux types d'incertitudes cohabitent pour un même système.

Motivés par les observations ci-dessus, nous nous proposons de modéliser les deux types d'incertitudes et de manipuler des *incertitudes mixtes*. Cette voie n'a que très peu été explorée et demande des développements théoriques pour travailler avec un formalisme unifié qui permette de manipuler des variables aléatoires incertaines. Ce travail donnera donc lieu à une réflexion approfondie visant à proposer un cadre théorique pour la définition et la manipulation de lois de distribution probabilistes incertaines. Ce cadre unifié



nous permettra de proposer des modèles pertinents pour l'estimation des systèmes dynamiques et ses applications au diagnostic.

Le programme de travail est le suivant :

- Définition d'un cadre théorique unifié pour la modélisation des incertitudes statistiques et bornées,
- Conception d'algorithmes de filtrage à incertitudes mixtes (notamment par extension du filtre de Kalman étendu, et du filtrage particulaire) pour les modèles non linéaires dynamiques,
- Etude des propriétés de ces filtres (stabilité, convergence),
- Application à la détection et isolation de défauts.

### *Apprentissage de modèles pour le diagnostic*

---

Le domaine du diagnostic a été bouleversé par les capacités de génération et de stockage de données. Actuellement, une problématique essentielle est d'extraire des informations utiles au diagnostic dans de grandes bases de données pour générer des modèles formels pouvant sous-tendre les algorithmes et les analyses liées au diagnostic. Ce thème s'intéresse à l'exploration de données pour la génération et l'adaptation automatique de modèles à événements discrets dédiés à une utilisation en supervision et diagnostic.

L'équipe DISCO développe des recherches se basant sur des modèles temporels tels que les chroniques, les réseaux de Petri temporels ou les automates temporels (Pencole et Subias, 2009) c'est pourquoi je m'intéresserai en particulier à l'apprentissage de tels modèles, en me focalisant sur les motifs temporels connus sous le nom de *chroniques* sur lesquels un travail a déjà été initié [Subias et al. 2014].

Les aspects qui me préoccuperont dans la période à venir visent les objectifs suivants :

- garantir la *robustesse* aux variations : l'approche de découverte de chroniques doit en effet permettre de découvrir les chroniques fréquentes communes à plusieurs séquences représentant des variations d'une situation unique, c'est-à-dire des chroniques fréquentes dans chaque séquence d'une collection. Ceci est motivé par le fait que les séquences d'événements résultant de la même situation présentent des variations qui doivent être prises en compte.
- permettre l'adaptation des motifs temporels au fur et à mesure de l'évolution naturelle du système. Ceci implique de mettre en œuvre des capacités d'*oubli* et de *détection de nouveauté* permettant de faire évoluer les chroniques de la base de connaissances. On s'attachera à la définition de critères de qualité pour juger de la capacité à déclencher et contrôler l'adaptation des modèles mis en jeu.

#### Thèses en cours

- **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  
Co-tutelle avec l'Universidad de los Andes, Bogota, Colombie  
collaboration avec la société ECO Petrol  
Co-encadrement à 50% avec Audine Subias.
- **Florian de Mortain**, inscrit à l'INSA Toulouse Début nov. 2012  
Développement et évaluation de stratégies de diagnostic actif.  
Application au diagnostic Groupe Moto Propulseur  
Co-encadrement en France à 50% avec Audine Subias.
- **Nathalie Andrea Barbosa Roa**, inscrite à l'UPS, Toulouse Début dec. 2013  
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%.
- **Carlos Gustavo Zuñiga**, inscrit à l'INSA Toulouse Début dec. 2013  
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 Chantry.
- **Moussa Maïga**, inscrit à l'Université d'Orléans Début dec. 2011  
Surveillance préventive des systèmes hybrides à incertitudes bornées  
Co-encadrement à 40% avec Nacim Ramdani  
Dossier de soutenance déposé.
- **Saurabh Indra**, inscrit à l'INSA Toulouse Début 2009  
Diagnostic distribué pour engins spatiaux  
Co-encadrement à 30% avec Elodie Chantry  
En activité avec dossier de soutenance en instance.

## Thèses soutenues

- **Jorge Vento**, inscrit à l'Universitat Politecnica de Catalunya, Terrasa, Espagne 20 juin 2014  
Diagnostic hybride  
Co-encadrement à 30% avec Vicenz Puig et Ramon Sarrate.
- **June Xiong**, inscrit à l'Université Paul Sabatier Toulouse 12 sept. 2013  
*Le filtre de Kalman par intervalles*  
Co-encadrement à 40% avec Carine Jauberthie.
- **Fabien Perrot**, inscrit à l'Université Paul Sabatier, Toulouse 1er juillet 2011  
Diagnostic et suivi d'état — Application aux satellites autonomes  
Diplôme non délivré (corrections du manuscrit non remises)

## Direction de stagiaires

---

## Stages M2

- **Benjamin Frances**, inscrit à l'Université Paul Sabatier, Toulouse 6 mois en 2013  
Apprentissage de chroniques  
Master 2ème Intelligence Artificielle, Reconnaissance de Formes et Robotique à l'Université Paul Sabatier, Toulouse  
Co-encadrement à 50% avec Audine Subias.
- **Moussa Maiga**, inscrit à l'Université Paul Sabatier, Toulouse 6 mois en 2011  
Test du diagnostiqueur HyDiag sur le système ADAPT du banc de test de NASA Ames pour la compétition DXC 2011  
Master SAID : spécialité Systèmes Industriels, Toulouse  
Co-encadrement à 50% avec Elodie Chantry.

## Autres stages et séjours

- **Miguel-Angel**, inscrit en doctorat à l'Université de Séville 3 mois en 2012  
Méthodes de data mining pour le diagnostic.  
Séjour de mobilité. Co-encadrement à 50% avec Audine Subias.

- **Jérémy Santana**, inscrit à l'INP Prepa, Toulouse

1 mois en 2012

Instanciation d'un Environnement Graphique Dynamique de type Google Web Toolkit pour le Diagnostic du Contrôle d'Attitude d'un satellite

Co-encadrement à 30% avec David Gauchard (IR) et Saurabh Indra.

## *Enseignement et tutoriels*

---

### **Formations doctorales**

- Diagnostic à base de modèles en Automatique et en IA: approche par signatures versus approche logique (4h), Séminaire de l'Ecole Doctorale Systèmes, (Toulouse, France), Juin 2012.

### **Ecoles d'été et tutoriels**

- Bridging FDI and DX model based diagnosis (4h), Ecole d'été « IV International School on Fault Detection and Diagnosis » organisée par la communauté espagnole du diagnostic, Universitat de Girona, Campus Montilivi, Juin 2010 et juillet 2013.

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

---

- **Yves Langeron**, Thèse de l'Université Technologique de Troyes, Modélisation Stochastique pour la sûreté de fonctionnement des systèmes commandés, soutenance le 8 janvier 2015.
- **Michael Ungermann**, Ruhr University Bochum Doctoral Thesis, Test Signal Generation for Service Diagnosis Based on Local Structure Graphs, soutenance le 7 juillet 2014, Bochum, Germany.
- **Alef Denguir**, Thèse de l'Université de Montpellier 2, Modèle de performance agrégée et raisonnement approché pour l'optimisation de la consommation énergétique et du confort dans les bâtiments, soutenue le 27 mai 2014, Nîmes.
- **Karam Javed**, Thèse de l'Université de Franche-Comté, Besançon, soutenue le 09 avril 2014, Besançon.
- **Theresa Rienmüller**, Thèse de UMIT Private Universität für Gesundheitswissenschaften, Hall in Tirol, Austria, soutenue le 29 novembre 2013.
- **Chris Brunner**, Thèse de University of Sydney, Australia, soutenue le 5 septembre 2013
- **Daniel Fuentes Brenes**, Thèse de l'Université de Séville, Espagne, soutenue le 15 janvier 2013,
- **Fabien Kuntz**, Thèse de l'Université Bordeaux 1, Soutenue le 10 juillet 2013
- **Tarek Raissi**, HDR de l'Université Bordeaux 1, Techniques robustes pour l'observation – Application au diagnostic et à la stabilisation, Soutenue le 3 juillet 2012.
- **Priscilla Fong Line Kan John**, The Australian National University doctoral thesis, Australie, Discrete and hybrid methods for the diagnosis of distributed systems, Rapport fourni le 12 juillet 2012.

- **Michel Batteux**, Thèse de l'Université Paris Sud 11, Diagnosticabilité et diagnostic de systèmes technologiques pilotés : développement d'une chaîne de conception outillée d'un système de diagnostic appliquée aux systèmes technologiques pilotés, Directeur de thèse : P. Dague, soutenue le 31 décembre 2011.
- **Zoé Falomir**, Thèse de l'Université Jaume 1<sup>er</sup>, Castellon, Espagne, Qualitative distances and qualitative description of images for indoor scene description and recognition in robotics, Directeurs de thèse : Teresa Escrig Monferrer et Christian Freksa, soutenue le 28 novembre 2011.
- **Irwin Issury**, Thèse de l'Université Bordeaux 1, Contribution au développement de stratégies de diagnostic global en fonction des diagnostiqueurs locaux – Application à une mission spatiale. Directeurs de thèse : D. Henry, soutenue le 26 juillet 2011.
- **Lachlan John Emblen Blackhall**, The Australian National University doctoral thesis, Australie, On the Modelling and Analysis of Complex Dynamic Networks, Rapport fourni le 11 avril 2011.

### *Participation à des jurys de thèse*

---

- **Ismail Fakhfakh**, Thèse de l'Université d'Aix Marseille, Modeling and diagnosis of dynamic process from Timed Observations : Application to hydraulic dam, soutenue le 10 Décembre 2014.
- **David Gucik-Derigny**, Thèse de l'Université Paul Cézanne Aix-Marseille III, Contribution au pronostic des systèmes à base de modèles : théorie et application, Soutenue le 9 décembre 2011.
- **Albert Rosich Oliva**, Thèse de l'Universitat Politècnica de Catalunya, Espagne, Sensor placement for fault diagnosis based on structural models – Application to a fuel cell stack system, Directeurs de thèse : Ramon Sarrate et Fatiha Nejjari, Soutenue le 3 juin 2011.
- **Llorenç Rosello Sauri**, Thèse de l'Universitat Politècnica de Catalunya, Espagne, Spécialité : Maths Appli, Directeurs de thèse : Nuria Agell Jané et Mónica Sanchez Soler, Soutenue le 7 juin 2010.
- **Aníbal Bregón Bregón**, Thèse de l'Universidad de Valladolid, Espagne, Integration of FDI and DX techniques within consistency-based diagnosis with possible conflicts, Directeurs de thèse : José Belarmino Pulido Junquera Dr. Carlos Javier Alonso González, Soutenue le 28 mai 2010.
- **César Enrique Bravo**, Thèse de l'Universidad de Los Andes, Merida, Venezuela, Inteligencia Artificial Distribuida como estrategia para la Gerencia Integrada de Producción Industrial, Directeurs de thèse : Dr. José Aguilar Castro Dr. Addison Ríos Bolívar Dr. Joseph Aguilar Martin, Soutenue en mai 2010.

### *Organisation de manifestations scientifiques*

---

- **Co-Organisation de deux Sessions Invitées** « Fault Detection, Isolation and Reconfiguration in Space » dans le cadre du *8th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'12*, Mexico City, Mexique, 29-31 Août 2012, (<http://safeprocess2012.unam.mx/>).

## *Participation à des Comités Internationaux de Programme*

---

- **PAIS 2014**, 8th Conference on Prestigious Applications of Intelligent Systems, 20 - 21 August 2014, Prague, Czech Republic
- **DX'14**, 25<sup>ème</sup> Workshop International sur les Principes du diagnostic, Graz, Austria, 8-11 september 2014.
- **DX'13**, 24<sup>ème</sup> Workshop International sur les Principes du diagnostic, Jerusalem, Israel, 1-4 october 2013.
- **DCDS 2013**, 4th IFAC Workshop on Dependable Control of Discrete Systems, York, United-Kingdom, 4-6 September 2013.
- **ICAPS 2013** workshop on Planning in Continuous Domains, Rome, June 11th
- **PAIS 2012**, 7th Conference on Prestigious Applications of Intelligent Systems, 29-30 August 2012, Montpellier, France
- **DX'12**, 23<sup>ème</sup> Workshop International sur les Principes du diagnostic,
- **QR'12**, 26th Workshop on Qualitative Reasoning about Physical Systems, Playa Vista, California, USA, July 16th to 18th 2012.
- **MED'12**, 8th IEEE Mediterranean Conference on Control and Automation, Barcelona, Espagne, June 2012.
- **DX'11**, 22<sup>ème</sup> Workshop International sur les Principes du diagnostic, Murnau, Germany, 4-6 octobre 2011.
- **QR'11**, 25th Workshop on Qualitative Reasoning about Physical Systems, Barcelona, Espagne, 16-18 Juillet 2011.
- **DCDS'11**, 3rd International Workshop on dependable control of discrete systems, Saarbrücken, Germany, June 15-17, 2011.
- **IFAC World Congress 2011**, Milan, Août 2011.
- **DX'10**, 21<sup>ème</sup> Workshop International sur les Principes du diagnostic, Portland (USA), 13-16 Octobre 2010.
- **QR'10**, 24th Workshop on Qualitative Reasoning about Physical Systems, 2010 Portland , Oregon , USA, August 8-10.
- **MED'10**, 8th IEEE Mediterranean Conference on Control and Automation, Marrakech, Morroco, June 2010 ([www.med10.org](http://www.med10.org)).
- **SysTol'10**, Conference on Control and Fault-Tolerant Systems, Nice, France, October 2010 (<http://www.systol10.org/>)
- **CIFA'10**, Conférence Internationale Francophone d'Automatique, Nancy, 2-4 juin 2010.

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

### **Revues**

- International Journal of Approximate Reasoning, 1 article en 2010.
- IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A, 2 articles 2010 et 2011.
- Applied Mathematics and Computer Science, 1 article en 2011.
- Journal of Control Science Engineering, 1 article en 2011.
- Applied Mathematics and Computer Sciences, 1 article en 2011.
- Artificial Intelligence Journal (2013),
- IEEE Trans. AES (2013),
- International Journal of Robust and Nonlinear Control (2012),
- Journal of Artificial Intelligence Research (2012)
- International Journal of Systems Science (2014)

### **Conférences (autres que IPC)**

CIFA 2012, ECAI 2012, ICAPS 2012, IJCAI 2011, IFAC World Congress 2011.

## **TRANSFERT TECHNOLOGIQUE, RELATIONS INDUSTRIELLES ET VALORISATION**

### *Projets*

#### **Projets nationaux et bilatéraux en cours**

- Projet « Diagnostic actif pour les groupes moto-propulseur », Partenaires: LAAS-CNRS (Responsable: Audine Subias), PCA, Montant : Bourse CIFRE + 15k€, Début: Nov. 2012, Durée : 36 mois.
- Projet « Diagnostic actif par OBCP », 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 », 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 », 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 », Partenaires: CERIMAT (Porteur), LAAS-CNRS, Début : octobre 2011, Durée : 48 mois.
- PCP (Programme de Coopération Post Gradué) « Tâches de supervision et de maintenance dans un environnement organisationnel distribué » avec l'Universidad de Los Andes, Facultad de Ingenieria, Merida, Venezuela. Responsable LAAS : Audine Subias, 2009-2014. Un nouveau PCP a été obtenu récemment avec la même université. Il courra de 2015 à 2019.

### Projets nationaux et bilatéraux terminés

- Projet « Diagnostic distribué pour satellites autonomes », Partenaires: LAAS-CNRS (Porteur, Responsable: Louise Travé-Massuyès), CNES, Thalès Alenia Space, Montant : Bourse de thèse, Début: Octobre 2009, Durée : 3 ans.
- Projet OSEO AMIC-TCP « Architecture Multiplexage Informatique Communication pour le Transport en Commun de Personnes », Partenaires: ACTIA (Porteur), Aton, Sodielec, LAAS-CNRS (Responsable: Louise Travé-Massuyès), IRIT, Asscot, Citilog, PME-3, Trialog, Montant : 80K€, Début: Janvier 2009, Durée : 3 ans.
- Projet RTRA ROSACE « Robots et Systèmes Auto-adaptatifs Communiquants Embarqués », Dans le cadre du RTRA « Recherche et Technologie pour l'Aéronautique et l'Espace », Partenaires: LAAS-CNRS (Porteur : Rachid Alami, Responsable pour l'équipe DISCO: Louise Travé-Massuyès), CERT-ONERA, IRIT, Montant : 2 post-doc (12 mois chacun) co-encadrés avec un autre partenaire, Début: Janvier 2008, Durée : 4 ans.
- Projet SIRASAS « Stratégies Innovantes et Robustes pour l'Autonomie des Systèmes Aéronautiques et Spatiaux », Organisme financeur : FRAE (Fondation de Recherche pour l'Aéronautique et l'Espace), Partenaires : IMS Bordeaux (Coordinateur), SATIE ENS Cachan, CRAN Nancy, LRI, Univ. Paris-Sud Orsay, ONERA, Toulouse, CNES, Toulouse, Thales Alenia Space, Cannes, Airbus, Toulouse, Montant total du projet (HT) : 2190,7 k€, Montant LAAS/DISCO : 101 k€, Début: 1<sup>er</sup> octobre 2007, Durée : 3 ans.
- PCP (Programme de Coopération Post Gradué) « Automatisation » avec l'Universidad de Los Andes, Facultad de Ingenieria, Merida, Venezuela. Responsable LAAS : Audine Subias, 2006-2009.

### CONSEIL ET EXPERTISES

- Evaluation pour l'ANRT d'un dossier de demande de thèse CIFRE, Décembre 2014.
- Expertise pour la Région Picardie d'un projet soumis à l'appel à projets spécifique centré sur les thématiques techniques d'IndustriLAB, 2014
- Expertise pour l'ANR d'un projet dans le cadre de l'appel à projets Conception, Pilotage, Robotique, Signal et Images, 2014
- Membre du Comité d'Evaluation de l'URIA et du LGI2A pour l'AERES, 2013.



- Rapporteur pour le Prix des meilleures thèses du GdR MACS et Prix de thèse du Club EEA (section Automatique), 2013
- Membre du Comité de thèse d'Ismail Fakhfakh, Collaboration Université Aix-Marseille et Cemagref, 2011 et 2012.
- Membre du Comité d'Evaluation de l'IRSEM pour l'AERES, 2010.
- Consultance pour la société LivingObject, Toulouse.

## MEMBRE D'INSTANCES SCIENTIFIQUES OU ADMINISTRATIVES

---

### Au sein du LAAS

- Depuis Mars 2004, Responsable de l'équipe de Recherche DISCO « Diagnostic, Supervision et Conduite » du LAAS-CNRS.
- Depuis 2003, Membre du Conseil de Direction du LAAS-CNRS.
- Membre du Conseil du Thème DO (Décision et Optimisation) du LAAS-CNRS
- Mars 2007-Décembre 2011, Responsable du Pôle Thématique MOCOSY « Modélisation, Optimisation et Conduite des Systèmes » du LAAS-CNRS et Présidente du Conseil du Pôle. Ce pôle fédérait 4 groupes de recherche.
- Depuis Avril 2007, membre de la commission interne COM-2I : cette commission examine les demandes émanant des groupes et fait des propositions d'affectation des membres du service informatique à ces projets.
- Mars 2007-Décembre 2011, Membre Membre du Conseil de Direction Restreint.

### A l'extérieur du LAAS

- Membre du Comité d'organisation du World Congress IFAC 2017 : Financial Chair
- Membre de la commission de spécialistes, Comité de Sélection PU 61, CNAM, Printemps 2014
- Membre de la commission de spécialistes, Comité de Sélection UPS Poste 443, Printemps 2013
- Membre du comité 2013 des PES section 61.
- Membre du Collège Scientifique EEA de l'Université Paul Sabatier, Toulouse, 2009-2013.
- Membre du comité 2012 des PES section 61.
- Membre de la commission de spécialistes CS UTT Poste PU 0119, 2011.
- Membre de la commission de spécialistes CS GIPSA-Lab, Grenoble, Poste PR0488, 2011.

- Membre de la commission de spécialistes CS Bordeaux 1, Bordeaux, Poste PR1197, 2010.
- 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.

#### **PARTICIPATION AUX PROGRAMMES NATIONAUX**

---

- Membre du groupement S3 du GDR MACS.
- Membre de l'AFIA.

# Publications sur la période

## REVUES SCIENTIFIQUES

[**Touhami et al. Subm**] A. TOUHAMI, L. TRAVE-MASSUYES, M. AUFRAY, R. PONS, Preconditioned set inversion for the enhanced estimation of dielectric relaxation parameters, **Submitted** to the Journal of Computational and Applied Mathematics.

[**Maiga et al. Subm**] M. MAIGA, N. RAMDANI, L. TRAVE-MASSUYES, A Comprehensive Method for Reachability Analysis of Uncertain Nonlinear Hybrid Systems”, **Submitted** (2<sup>nd</sup> submission) to IEEE Trans. on Automatic Control.

[**Jauberthie et al. Subm**] C. JAUBERTHIE, L. TRAVE-MASSUYES, N. VERDIERE, Set-membership identifiability of nonlinear models and related parameter estimation properties, **Submitted** (2<sup>nd</sup> submission) to IEEE Trans. on Automatic Control.

[**Ravanbod et al. Subm**] 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, **Submitted** (2<sup>nd</sup> submission) to the Int. J. of Adaptive Control and Signal Processing.

[**Chanthery et al. Subm**] E. CHANTHERY, L. TRAVE-MASSUYES, S. INDRA, Fault Isolation on Request based on Decentralized Residual Generation, **Submitted** (2<sup>nd</sup> submission) to IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics : Systems.

[**Jauberthie et al. Subm2**] N. VERDIERE, C. JAUBERTHIE, L. TRAVE-MASSUYES, Functional diagnosability and detectability of nonlinear models based on analytical redundancy relations, **Submitted** (2<sup>nd</sup> submission) to the Journal of Process Control.

[**Leal et al. Subm**] R. LEAL, J. AGUILAR, L. TRAVE-MASSUYES, E. CAMARGO, A. RIOS, A Diagnosis and sensor placement for a gas lift well, **Submitted** to Oil & Gas Science and Technology - Revue d'IFP Energies nouvelles.

\*\*\*\*\*

[**Vento Maldonado et al. 2015**] J. VENTO MALDONADO, L. TRAVE-MASSUYES, V. PUIG, R. SARRATE. An Incremental Hybrid Diagnoser Automaton Enhanced by Discernability Properties, IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics : Systems, to appear.

[**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 (2015): 319-335.

[**Leal et al. 2015**] R. LEAL, J. AGUILAR, L. TRAVE-MASSUYES, 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, pp.3786-3799, Dec 2014.

[Maiga et al. 2013a] M. MAIGA, N. RAMDANI, L. TRAVE-MASSUYES, C. COMBASTEL, A CSP Versus a Zonotope-Based Method for Solving Guard Set Intersection in Nonlinear Hybrid Reachability, Mathematics in Computer Science: Volume 8, Issue 3, pp 407-423, 2014.

[Jauberthie et al. 2013] C. JAUBERTHIE, N.VERDIERE, L.TRAVE-MASSUYES, Fault detection and identification relying on set-membership identifiability, Annual Reviews in Control, Vol.37, N°1, pp.129-136, April 2013, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2013.04.002>.

[Travé-Massuyès 2013a] L.TRAVE-MASSUYES, Bridging Control and Artificial Intelligence Theories for Diagnosis : A survey, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2013, DOI information: 10.1016/j.engappai.2013.09.018 (available on-line).

[Rienmüller et al. 2013] T.RIENMULLER, M.W.HOFBAUR, L.TRAVE-MASSUYES, M.BAYOUDH, Mode set focused hybrid estimation, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science (AMCS), Vol. 23(1), pp. 131-144, 2013.

[Bayouhd & Travé-Massuyès 2013] M. BAYOUDH, L.TRAVE-MASSUYES, 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 : 10.1007/s10626-012-0153-z, IF=0.711.

[Jauberthie & Travé-Massuyès 2010] C. JAUBERTHIE, L. TRAVE-MASSUYES, A sufficient condition to test identifiability of nonlinear delayed-differential models with constant delays and multi-inputs. Automatica, volume 46, issue 7, pp.1222-1227, 2010.

## OUVRAGES (CONTRIBUTIONS)

[Condotta et al. 2013] J.F. CONDOTTA, F. LE BER, G. LIGOZAT, L.TRAVE-MASSUYES. Raisonnement qualitatif sur les systèmes dynamiques, le temps et l'espace. In : *Panorama de l'intelligence artificielle: Ses bases méthodologiques, ses développements*, 2013, vol. 1, Cepadues Editions.

[Cordier et al. 2013] M.O. CORDIER, DAGUE, P., PENCOLÉ, Y., L.TRAVE-MASSUYES. Diagnostic et supervision: approches à base de modèles. In : *Panorama de l'intelligence artificielle: Ses bases méthodologiques, ses développements*, 2013, vol. 2, Cepadues Editions.

[Indra et al. 2013] S. Indra, L. Travé-Massuyès, E. Chanthery, A decentralized fault detection and isolation scheme for spacecraft: bridging the gap between model-based fault detection and isolation research and practice, EUCASS Proceedings Series, Advances in AeroSpace Sciences 6 281-298 (2013), DOI: 10.1051/eucass/201306281.

[Travé-Massuyès 2013b] L.TRAVE-MASSUYES, Bridges between diagnosis theories from control and AI perspectives, Intelligent Systems in Technical and Medical Diagnostics, Jozef Korbicz, Marek Kowal (Eds), Springer, 400p., Juillet 2013, Advances in Intelligent Systems and Computing 230, pp.3-28.

## MANIFESTATIONS AVEC ACTES

[**Maïga et al. Subm**] M. MAIGA, N. RAMDANI, L. TRAVE-MASSUYES, Robust fault detection in hybrid systems using set-membership parameter estimation, **Submitted** to the 9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'15, Paris, France, 2-4 september, 2015.

[**Barbosa et al. Subm**] N. BARBOSA ROA, L. TRAVE-MASSUYES, V. HUGO GRISALES, Episode time series representation for dynamic pattern recognition, **Submitted** to the 9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'15, Paris, France, 2-4 september, 2015.

[**de Mortain et al. Subm**] 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, **Submitted** to the 9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'15, Paris, France, 2-4 september, 2015.

[**Blesa et al. Subm**] J. BLESA, F. LE GALL, C. JAUBERTHIE, L. TRAVE-MASSUYES, State Estimation and Fault Detection using Box Particle Filtering with Stochastic Measurements, **Submitted** to the 9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'15, Paris, France, 2-4 september, 2015.

\*\*\*\*\*

[**Subias et al. 2014**] A. SUBIAS, L. TRAVE-MASSUYES, E. LE CORRONC, Learning Chronicles signing Multiple Scenario Instances, IFAC World Congress, Le Cap, South Africa, 26-29 August, 2014 ; also 25<sup>th</sup> International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-2015), Graz (Austria), 9-11 September, 2014.

[**Xiong et al. 2013a**] 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.

[**Maïga et al. 2013b**] M. MAIGA, N. RAMDANI, L. TRAVE-MASSUYES, A fast method for solving guard set intersection in nonlinear hybrid reachability, IEEE Conference on Decision and Control (CDC) 2013 du 10 décembre au 13 décembre 2013, Florence (Italie), Décembre 2013, pp.508-513.

[**Vento Maldonado et al. 2013**] J. VENTO, L. TRAVE-MASSUYES, R. SARRATE, V. PUIG, Hybrid automaton incremental construction for online diagnosis, 24<sup>th</sup> International Workshop on Principles of Diagnosis (DX-2013), Jerusalem (Israel), 1-4 October 2013, 6p.

[**Travé-Massuyès 2013c**] L. TRAVE-MASSUYES, Bridges between Diagnosis Theories from Control and AI Perspectives, 11th International Conference on Diagnostics of Processes and Systems (DPS 2013), 8-11 september 2013, Lagow Lubiski, Poland (Invited Plenary Conference).

[**Xiong et al. 2013b**] J. XIONG, C. JAUBERTHIE, L. TRAVE-MASSUYES, Improvements in computational aspects of interval Kalman Filtering enhanced by constraint propagation, International Workshop IEEE Electronics, Control, Measurement, Signals and their application to Mechatronics (ECMSM) 2013 du 24 juin au 26 juin 2013, Toulouse (France), Juin 2013, 6p.

[**Indra, Travé-Massuyès 2013**] S. INDRA, L. TRAVE-MASSUYES, Spacecraft fault detection & isolation

system design using decentralized analytical redundancy, CEAS Specialist Conference on Guidance, Navigation & Control (CEAS EuroGNC ) 2013 du 10 avril au 12 avril 2013, Delft (Pays Bas), Avril 2013, 19p.

[**Travé-Massuyès 2013e**] L.TRAVE-MASSUYES. Integration of different facets of diagnosis from control and AI, International Congress of Engineering Mechatronics and Automation ( CIIMA ) 2013 du 23 octobre au 25 octobre 2013, Bogota (Colombie), Octobre 2013, 12p.

[**Aguilar et al. 2013**] J.AGUILAR, A.SUBIAS, L.TRAVE-MASSUYES, K.ZOUAOUI, Situation assessment in autonomous systems, The 4th Global Information Infrastructure and Networking Symposium GIIS 2012, Choroni (Venezuela), 17-19 December 2012, 6p.

[**Indra et al. 2013**] S.INDRA, V.ALBERT, L.TRAVE-MASSUYES, Developing a testbed for spacecraft fault diagnosis research, Workshop on Simulation for European Space Programmes (SESP 2012), Noordwijk (Pays Bas), 25-27 Septembre 2012, 8p.

[**Xiong et al. 2012**] J.XIONG, C.JAUBERTHIE, L.TRAVE-MASSUYES, New computation aspects for existing interval Kalman filtering and application, 15th IFAC Workshop on Control Applications of Optimization, Rimini, Italy, September 13-16 2012.

[**Travé-Massuyès 2012**] L.TRAVE-MASSUYES, Bridging technologies for diagnosis (Invited Plenary talk), Plenary 8th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'12, Mexico City, Mexique, 29-31 Août 2012.

[**Maiga et al. 2012a**] M.MAIGA, E.CHANTHERY, L.TRAVE-MASSUYES, Hybrid system diagnosis: test of the diagnoser HYDIAG on a benchmark of the international diagnostic competition DXC'2011, 8th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'12, Mexico City, Mexique, 29-31 Août 2012.

[**Vento Maldonado et al. 2012**] J.I.VENTO MALDONADO, V.PUIG, R.SARRATE-ESTRUCH, L.TRAVE-MASSUYES, Fault detection and isolation of hybrid systems using diagnosers that reason on components, 8th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'12, Mexico City, Mexique, 29-31 Août 2012.

[**Pons et al. 2012b**] R.PONS, A.SUBIAS, L.TRAVE-MASSUYES, Hybrid causal model based diagnosis, 8th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'12, Mexico City, Mexique, 29-31 Août 2012.

[**Verdière et al. 2012**] N.VERDIERE, C.JAUBERTHIE, L.TRAVE-MASSUYES, Fault detection and identification relying on SM identifiability, 8th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'12, Mexico City, Mexique, 29-31 Août 2012.

[**Indra et al. 2012**] S.INDRA, L.TRAVE-MASSUYES, E.CHANTHERY, Decentralized diagnosis with isolation on request for spacecraft, 2012-03-15, 7p., 8th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes SAFEPROCESS'12, Mexico City, Mexique, 29-31 Août 2012.

[**Jaubertie et al. 2012a**] C.JAUBERTHIE, N.VERDIERE, L.TRAVE-MASSUYES, Set-membership identifiability and guaranteed parameter estimation for nonlinear uncertain dynamical systems, IFAC Symposium on System Identification (SYSID 2012), Bruxelles (Belgique), 11-13 Juillet 2012, pp.434-439.

[**Alvarez de la Concepcion et al. 2012**] M.ALVAREZ DE LA CONCEPCION, A.SUBIAS, L.TRAVE-MASSUYES, L.GONZALEZ-ABRIL, J.A.ORTEGA, An extended chronicle discovery approach to find

temporal patterns between sequences, International Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Ambient Intelligence (JARCA 2012), Tarragona (Espagne), 25-27 Juin 2012, 2p.

[**Pons et al. 2012a**] R.PONS, A.SUBIAS, L.TRAVE-MASSUYES, Hybrid causal model based diagnosis. Application to automotive embedded functions, Embedded Real Time Software and Systems Conference (ERTS2 2012), Toulouse (France), 1-3 Février 2012, 4p.

[**Jaubertie et al. 2011**] C.JAUBERTHIE, N.VERDIERE, L.TRAVE-MASSUYES, Set-membership identifiability: definitions and analysis, World IFAC Congress (IFAC 2011), Milan (Italie), 28 Août - 2 Septembre 2011, pp.12024-12029.

[**Indra et al. 2011**] S.INDRA, L.TRAVE-MASSUYES, E.CHANTHERY, A decentralized FDI scheme for spacecraft: bridging the gap between model based FDI research & practice, European Conference for Aerospace Sciences (EUCASS 2011), Saint Petersburg (Russie), 4-8 Juillet 2011, 15p.

[**Hofbaur et al. 2010**] M. HOHBAUR, L.TRAVE-MASSUYES , T. RIENMULLER, M. BAYOUDH, Overcoming non discernibility through mode-sequence analytic redundancy in hybrid diagnosis and estimation. International Workshop on Principles of Diagnosis (DX 10), Portland (USA), 13-16 Octobre 2010, pp.71-78.

[**Subias et al. 2010**] A.SUBIAS , E.EXPOSITO , C.CHASSOT , L.TRAVE-MASSUYES , K.DRIRA, Self-adapting strategies guided by diagnosis and situation assessment in collaborative communicating systems. Rapport LAAS N°10471, International Workshop on Principles of Diagnosis (DX 10), Portland (USA), 13-16 Octobre 2010, pp.329-336.

[**Albert et al. 2010**] V.ALBERT , F.ARMANDO , M.BAYOUDH , F.PERROT , L.TRAVE-MASSUYES, Sparkles for the validation models for communicating hybrid systems. Rapport LAAS N°10210, International Conference of Modeling and Simulation ( MOSIM'10), Hammamet (Tunisie), 10-12 Mai 2010, 9p.

### **MANIFESTATIONS AVEC ACTES A DIFFUSION LIMITEE**

[**Travé-Massuyès 2013d**] L.TRAVE-MASSUYES, Integration of different facets of diagnosis from control and AI, International Congress of Engineering Mechatronics and Automation (CIIMA) 2013 du 23 octobre au 25 octobre 2013, Bogota (Colombie), Octobre 2013, 12p (Invited Conférence).

[**Maiga et al. 2013c**] M. MAIGA, N. RAMDANI, L. TRAVE-MASSUYES, Improvements on flow/guard intersection for nonlinear hybrid reachability, 6th Small Workshop on Interval Methods SWIM 2013, Brest, France June 5-7, 2013.

[**Maiga et al. 2012b**] M.MAIGA, N.RAMDANI, L.TRAVE-MASSUYES, First results on nonlinear hybrid reachability combining interval Taylor method and IBEX library, Small Workshop on Interval Methods (SWIM 2012), Oldenburg (Allemagne), 4-6 Juin 2012, 46p.

### **MANIFESTATIONS NATIONALES AVEC ACTES (CERTAINES ETRANGERES)**

[**Alvarez et al. 2013**] M.A. Alvarez, A. Subias, L. Travé-Massuyès, L. González, J.A. Ortega, An extended chronicle discovery approach to find temporal patterns between sequences, XIV JORNADAS DE ARCA, 25-27 June 2012, SALOU (Tarragona, Spain), 51-54.

## MANIFESTATIONS SANS ACTES

[**Travé-Massuyès 2011**] L.TRAVE-MASSUYES, Causality, Qualitative Reasoning and Diagnosis (Invited seminar), Atelier sur la Causalité, Workshop sur la Causalité organisé par le projet ANR LISE, 7 Novembre 2011.

[**Travé-Massuyès 2010**] L.TRAVE-MASSUYES, Diagnosability (Invited seminar), Dagstuhl Seminar on Runtime Verification, Diagnosis, Planning and Control for Autonomous Systems, 7-11 2010.

## RAPPORTS DE CONTRAT

*L'ensemble de rapports liés à un contrat est généralement enregistré sous un seul numéro.*

[**de Mortain et al. 2014**] 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, Rapport de Contrat et Rapport LAAS N° : 14583, DISCO, PSA Peugeot, Date de parution : 01/12/2014.

[**Chanthery et al. 2012**] E.CHANTHERY, B.DELLANDREA, R.DE FERLUC, N.GARIN, L.TRAVE-MASSUYES. Diagnostique actif par OBCP. WP1000: analyse de la problématique, Rapport de Contrat et Rapport LAAS N° : 14368, Thales Alenia Space. Diagnostic embarqué par OBCP, Juillet 2014, 47p.

[**Jauberthie et al. 2012b**] C.JAUBERTHIE, L.HOSSEINI, L.TRAVE-MASSUYES, N.VERDIERE. Deliverable 2.2: set-membership identifiability and diagnosability: links and methods, Rapport de Contrat et Rapport LAAS N° : 13478, MAGIC-SPS: ANR-11-INSE-006, Juillet 2013, 47p.

[**Jauberthie et al. 2012c**] C.JAUBERTHIE, Y.PENCOLE, R.PONS, P.RIBOT, L.TRAVE-MASSUYES. Diagnosis and prognosis in health monitoring systems, Rapport de Contrat et Rapport LAAS N° : 12680, Coralie Project, Décembre 2012, 82p.

[**Jauberthie et al. 2012d**] C.JAUBERTHIE, L.TRAVE-MASSUYES, N.VERDIERE, Deliverable 2.1: set-membership identifiability and diagnosability: definitions (T0+9), MAGIC-SPS: ANR-11-INSE-006, Juillet 2012, 27p., Rapport LAAS N° 12362.

## RAPPORTS LAAS

[**Barbosa & Travé-Massuyès. 2014**] N.BARBOSA ROA, L.TRAVE-MASSUYES, V.H.GRISALES, Online data stream clustering: proposal, Rapport LAAS N° : 14385, DISCO, UNAL, Date de parution : 29/08/2014.

[**Vento Maldonado et al. 2014**] J.I.VENTO MALDONADO, L.TRAVE-MASSUYES, V.PUIG, R.SARRATE-ESTRUCH, An incremental hybrid systems diagnoser automaton enhanced by discernability properties, Rapport LAAS N° : 14162, UPC, DISCO, 09/05/2014.

[**Verdière et al. 2014**] N.VERDIERE, C.JAUBERTHIE, L.TRAVE-MASSUYES, Set membership identifiability of nonlinear models and related parameter estimation properties, Rapport LAAS N° : 14259, Université du Havre, DISCO, 01/06/2014.



- [**Touhami et al. 2013**] A.TOUHAMI, L.TRAVE-MASSUYES, M.AUFRAY, R.PONS. Preconditioned set inversion for the enhanced estimation of dielectric relaxation parameters, Rapport LAAS N° : 13027, DISCO, EXT, CIRIMAT, 04/03/2013.
- [**Ravanbod et al. 2013**] L.RAVANBOD, C.JAUBERTHIE, N.VERDIERE, L.TRAVE-MASSUYES. Improvements in enclosing uncertain derivatives and controlling ill-conditioned problems; Application to interval-based fault detection and isolation, Rapport LAAS N° : 13403, Université du Havre, DISCO, 15/10/2013.
- [**Verdière et al. 2012**] N.VERDIERE, C.JAUBERTHIE, L.TRAVE-MASSUYES, Set-membership identifiability for uncertain nonlinear systems, 2012-04-03, 8p, Rapport LAAS N°12162.
- [**Cordier et al. 2012**] M.O.CORDIER, P.DAGUE, Y.PENCOLE, L.TRAVE-MASSUYES, Diagnostic et supervision: approches à base de modèles, 2011-12-02, 35p., Rapport LAAS N°11626. A paraître dans l'encyclopédie du 50<sup>ème</sup> anniversaire de l'AFIA.
- [**Chanthery et al. 2011**] E.CHANTHERY, S.INDRA, L.TRAVE-MASSUYES, The equivalence of global and decentralised ARRs computation, 2011-03-01, 8p., Rapport LAAS N°11094.
- [**Aguilar-Castor et al. 2011**] J.AGUILAR CASTRO, A.SUBIAS, L.TRAVE-MASSUYES, K.ZOUAOUI, A chronicle learning approach for self-adapting strategies in collaborative communicating systems, 2012-01-16, 12p., Rapport LAAS N°11698.
- [**Ligozat et al. 2011**] G.LIGOZAT, L.TRAVE-MASSUYES, F.CONDOTTA, O.PAPINI, Raisonnement qualitatif, 2012-01-17, 29p., Rapport LAAS N°11700. A paraître dans l'encyclopédie du 50<sup>ème</sup> anniversaire de l'AFIA.
- [**Xiong et al. 2010**] J.XIONG, C.JAUBERTHIE, L.TRAVE-MASSUYES, A survey of set-membership estimation and fault detection, 2010-12-13, 6p, Rapport LAAS N°10767.
- [**Jauberthie et al. 2010**] R.PONS , C.JAUBERTHIE , L.TRAVE-MASSUYES, Set membership detection of oscillatory failure cases. Rapport LAAS N°10516, Septembre 2010, 47p.