

# Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance

**EA 3703** 

# Rapport d'activité

Période: 1er juillet 2016 - 30 juin 2018





# Sommaire

1 -	Prés	enta	ition de l'unité	5
1.	.1.	Intr	oduction	5
1.	.2.	Tab	leau des effectifs et moyens de l'unité	6
1.	.3.		tique scientifique	
2 -	Prés	enta	ition de l'écosystème recherche de l'unité	7
			et activités de recherche	
	.1.		n scientifique	
	3.1.		GROUPE CoDe « Combinaison et Décision »	
	3.1.		GROUPE CIT « Connaissances, Images et Télédétection »	
	3.1.	.3.	GROUPE RSLR « Réseau et Système Logiciel Répartis »	
	3.1.	.4.	ACTIVITES INTER-GROUPES	
	3.1.	.5.	Références externes ou internes antérieures à 2016	23
3.	.2.	Don	nées chiffrées	. 24
	3.2.	.1.	Production scientifique	24
	3.2.	.2.	Organisation de colloques, journées	24
	3.2.	.3.	Produits et outils informatiques	25
	3.2.	.4.	Activités éditoriales	25
	3.2.	.5.	Activités d'évaluation	26
	3.2. éco		Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou des acteurs so	
	3.2.	.7.	Post-doctorants et chercheurs accueillis	27
	3.2.	.8.	Indices de reconnaissance	27
	3.2.	.9.	Brevets, licences et déclarations d'invention	28
	3.2.	.10.	Interactions avec les acteurs socio-économiques	28
	3.2.	.11.	Activités d'expertise scientifique	
	3.2.	.12.	Produits destinés au grand public	28
	3.2.	.13.	Produits des activités pédagogiques et didactiques	
	3.2.		Productions scientifiques (articles, ouvrages, etc.) issues des thèses	
	3.2.		Formation	
4 -	Anal	lyse	SWOT	. 31
5 -	Proj	et so	cientifique à cinq ans	32
5.	.1.	Thè	me « Apprentissage à partir de données »	. 32
	5.1.	.1.	Problématiques et enjeux	32

5.1.2.	Objectifs scientifiques	. 33
5.1.3.	Mise en œuvre	. 35
5.2. Thè	eme « Systèmes distribués à grande échelle »	36
5.2.1.	Problématiques et enjeux	. 36
5.2.2.	Objectifs scientifiques	. 36
5.2.3.	Mise en œuvre	. 38
5.3. Thè	me « Télédétection »	39
5.3.1.	Problématiques et enjeux	. 39
5.3.2.	Objectifs scientifiques	. 40
5.3.3.	Mise en œuvre	. 42
5.4. Thè	eme « Dynamiques numériques pour l'humain et la société »	42
5.4.1.	Problématiques et enjeux	. 42
5.4.2.	Objectifs scientifiques	
5.4.3.	Mise en œuvre	. 45
5.5. Réf	érences externes ou internes antérieures à 2016	46
Annexe 1 -	Production Scientifique	48
Annexe 2 -	Participations à des comités de lecture de revues	66
Annexe 3 -	Projets et Contrats	67
Annexe 4:	Liste des thèses soutenues sur la période du rapport	. 71
Annexe 5:	Liste des thèses en cours internes au LISTIC	. 72
Annexe 6:	Liste des thèses en cours co-dirigées ou co-encadrées, externes au LISTIC	.74
Annexe 7:	Participation à des jurys de thèse et HDR	75

#### 1 - Présentation de l'unité

#### 1.1. Introduction

#### Historique, localisation de l'unité

Le <u>LISTIC</u> (Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance) a été créé au cours de l'année 2002 et reconnu comme équipe d'accueil (EA 3703) au 1er janvier 2003. Il regroupe, de manière équilibrée, des enseignants-chercheurs des sections 27 et 61 du CNU rattachés principalement à l'école d'ingénieurs <u>Polytech Annecy-Chambéry</u> et aux départements de l'IUT d'Annecy, mais aussi au département Technologie et Management de l'IAE Mont Blanc d'Annecy ou au secteur Sciences, Technologies, Santé de l'UFR Sciences et Montagne du Bourget-du-Lac.

#### Structuration de l'unité

Sur le quinquennat 2014-2018, le LISTIC est structuré en une seule équipe et trois groupes. Le choix d'une seule équipe traduit la volonté d'une part d'instituer un fonctionnement centralisé du laboratoire et d'autre part de ne pas cloisonner les différentes activités de recherche, les groupes ayant des parois perméables et comme vocation principale l'animation scientifique. Cette structuration a été validée par le comité scientifique du LISTIC de juin 2014 et encouragée par le HCERES lors de son expertise en novembre 2014. Les trois groupes mis en place reflètent les trois composantes essentielles de la fusion d'informations : i) extraction et représentation, ii) combinaison et décision, iii) orchestration et répartition, ainsi que les domaines associés : traitement du signal et des images, systèmes et réseaux. Ils se nomment :

- CIT « Connaissances, Images et Télédétection » ;
- CoDe « Combinaison et Décision » ;
- RSLR « Réseaux et Systèmes Logiciels Répartis ».

#### Organigramme fonctionnel

Le directeur du laboratoire met en œuvre la politique générale définie par le conseil de laboratoire. Il s'appuie également sur un bureau composé de trois chargés de mission (Finances, Relations Extérieures et Ressources Humaines) et des animateurs des trois groupes scientifiques CIT, CoDe et RSLR. Six commissions ont en charge de préparer les dossiers relevant de leur compétence pour soumission au conseil de laboratoire (voir Fig. 1). Un comité scientifique, composé de quatre membres, est réuni environ tous les deux ans.

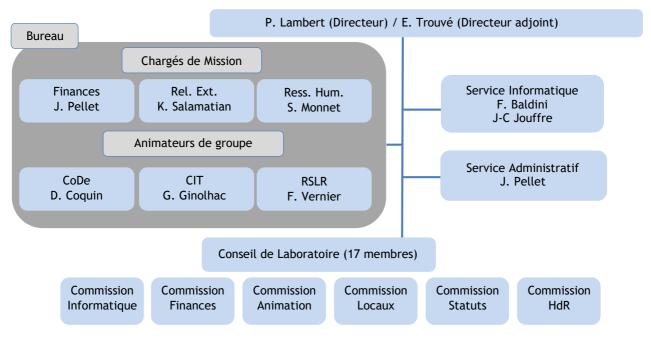


Fig. 1 : Organisation du LISTIC (à la date du 30 juin 2018)

# 1.2. Tableau des effectifs et moyens de l'unité

#### **Effectifs**

Les effectifs du laboratoire sont stables depuis quelques années.

En ce qui concerne les enseignants-chercheurs, le LISTIC est composé de 35 personnes : 11 professeurs, 24 maîtres de conférences. Les derniers recrutements concernent Yajing Yan, MCF 61ème section, recrutée le 1er septembre 2014 et Sébastien Monnet, PR 27ème section, recruté le 1er septembre 2016. Ce dernier recrutement correspond au départ en retraite de P. Moreaux, PR 27ème section, le 30 septembre 2015. Sur les cinq dernières années, deux maîtres de conférences ont soutenu leur HDR: A. Atto en 2015 et R. Boukezzoula en 2016, promu professeur en 2017. Il est important de noter qu'un nombre significatif de membres du LISTIC sont, ou ont été impliqués, dans des responsabilités lourdes: présidence de la section CNU 61 (Ph. Bolon jusqu'en 2015), direction de Polytech Annecy-Chambéry (L. Foulloy jusqu'en 2017, Ph. Bolon depuis), vice-présidence de l'université Savoie Mont Blanc (L. Valet, VP Enseignement Numérique et VP Formation et Vie Universitaire depuis 2017), direction adjointe de l'IAE Mont Blanc (H. Verjus), direction de l'école doctorale SISEO (E. Trouvé jusqu'en 2017), direction de département à l'IUT d'Annecy (D. Coquin) et à l'IAE Mont Blanc (V. Clivillé), création et responsabilité de la spécialité « Informatique, Données et Usages (IDU) » à Polyetch Annecy-Chambéry (S. Galichet, depuis 2018).

En ce qui concerne les personnels BIATSS, les effectifs sont faibles et en diminution. Pour la partie technique, le laboratoire dispose d'un seul ingénieur de recherche (J-C. Jouffre) et d'un assistantingénieur (F. Baldini, passé à temps partiel, 0,6 ETP, depuis 2017) tous deux en poste depuis longtemps. Pour la partie administrative, le LISTIC disposait de 1,5 ETP en 2014. Aujourd'hui, il n'y a plus qu'une seule personne de catégorie C (J. Pellet) à temps partiel, soit 0,6 ETP, suite à la mise en place d'un Centre de Service Partagé qui assure depuis 2017 une partie des opérations comptables. A l'exception de J. Pellet, en poste depuis de nombreuses années, il y a eu chaque année, de 2014 à 2017, un mouvement dans le personnel administratif, ce qui impose à chaque fois une phase de mise en route et de formation.

#### Moyens

Les budgets du LISTIC sur les années 2016, 2017 et 2018 sont présentés, de manière résumée, dans le tableau Tab. 1. Les sommes indiquées correspondant à des budgets globaux mêlant fonctionnement, investissement et salaire (doctorants ou post-doctorants), après prélèvement de l'université.

Année Sources	2016		2017		2018	
USMB (récurrent / appel à projets)	102 k€ (67 k€ + 35 k€)	19%	81 k€ (64 k€ + 17 k€)	18%	86 k€ (67 k€ + 19 k€)	18%
Projets Internationaux (H2020, Interreg)	190 k€	36%	99 k€	22%	60 k€	13%
Projets Nationaux (essentiellement ANR)	60 k€	11%	136 k€	31%	248 k€	52%
Projets avec des entreprises (FUI, contrat CIFRE, prestations)	134 k€	25%	104 k€	24%	71 k€	15%
Colloques	48 k€	<b>9</b> %	21 k€	5%	8 k€	2%
Total	534 k€		441 k€		473 k€	

Tab. 1 : Budget du LISTIC sur les années 2016, 2017 et 2018

Ces budgets sont de l'ordre de 500 k€ par an. Globalement, ils sont à peu près stables, mais présentent d'importantes variations pour une même source de financement. La part de l'USMB, qui est de l'ordre de 18%, est la source la plus stable, même si le montant des appels à projets peut fluctuer de manière importante, mais sur des montants très limités. En revanche, on constate une baisse du montant des ressources liées aux projets internationaux ou avec des entreprises au profit des projets de type ANR.

# 1.3. Politique scientifique

Le projet scientifique du LISTIC a été élaboré lors de la constitution du laboratoire en 2003 en centrant l'activité scientifique sur les systèmes de fusion d'informations, avec une approche transverse couvrant toute la chaîne de traitement de l'information, des données brutes hétérogènes jusqu'à la décision et en s'intéressant également aux problématiques « système » induites. Au cours des années, les directions de recherche ont évolué, mais cette thématique centrale a constitué une sorte de dénominateur commun pour la plupart des travaux du laboratoire.

Dans ce projet scientifique, le système de fusion d'informations est pensé comme la composition d'un ensemble de traitements d'informations : extraction, représentation, combinaison, décision, orchestration et répartition, réalisés par des composants de fusion spécialisés et interconnectés. Les travaux en « extraction et représentation de l'information », sont essentiellement développés dans le groupe CIT. Différentes approches (probabilistes, datamining, machine learning, assimilation) sont explorées dans un contexte d'analyse de systèmes complexes, et plus particulièrement d'analyse d'images (souvent satellitaires). Les problématiques de « combinaison et décision » sont principalement abordées dans le groupe CoDe. La spécificité de ce groupe est de s'intéresser conjointement aux différentes théories de l'incertain, et à introduire l'humain dans les méthodologies de fusion mises en œuvre. Enfin, « orchestration et répartition » sont au cœur de l'activité du groupe RSLR avec un intérêt plus marqué pour les systèmes distribués, dans un contexte de grandes masses de données.

Ce projet scientifique est mené à bien en s'appuyant sur plusieurs forces qui constituent l'identité du laboratoire :

- Un bon équilibre entre des activités relevant des sections 61 et 27. Cet équilibre associé à une complémentarité des compétences est une force du LISTIC ;
- Le développement d'une recherche mêlant des travaux amont et travaux méthodologiques ou applicatifs, l'imbrication de ces deux facettes de l'activité permettant un enrichissement réciproque.
- Des projets, en nombre raisonnable, de différentes natures : ANR, H2020, Interreg, FUI, projets en coopération avec des entreprises. Cette diversité de projets vient conforter le développement conjoint d'activités amont et applicatives;
- Une grande variété de collaborations académiques. Pour une unité de la taille du LISTIC, ces collaborations sont vitales. Elles se situent au niveau local (avec d'autres laboratoires de l'USMB), au niveau régional (avec les « poids lourds » régionaux GIPSA Lab, LIRIS, LIG, LHC ainsi qu'une implication dans le dispositif régional des ARCs), au niveau national (implication dans les GdR, coopération avec des laboratoires tels que LIP6, LABRI, Télécom ParisTech, ...) et enfin au niveau international avec des coopérations privilégiées (Chine, Tunisie, Portugal...).

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

Le LISTIC est une équipe d'accueil de l'Université Savoie Mont Blanc (USMB), localisée principalement sur le site d'Annecy (90% des personnes) et sur celui du Bourget-du-Lac (proche de Chambéry). L'UFR de rattachement du LISTIC est l'école d'Ingénieurs Polytech Annecy-Chambéry qui compte deux autres laboratoires : les laboratoires SYMME (SYstème et Matériaux pour la Mécatronique, EA USMB) et LOCIE (Laboratoire optimisation de la conception et ingénierie de l'environnement, UMR USMB CNRS). Des projets (par exemple sur de l'internet des objets) et des thèses (M. Le Tellier sur des problématiques de développements d'écoparcs industriels) sont menés en collaboration avec ces deux laboratoires des sciences de l'ingénieurs, avec lesquels nous participons également à la Fédération de recherche FRESBE (FED 4283) sur l'efficience énergétique des bâtiments.

Le positionnement du laboratoire en informatique et en sciences des données est source de nombreuses collaborations avec des laboratoires de l'université et des entreprises de la région. Sur le site Annécien, on peut citer les liens avec le LAPP (Laboratoire Annécien de Physique des Particules, UMR CNRS-USMB) avec une thèse co-encadrée (M. Jacquemont), l'utilisation commune du méso-centre de calcul MUST et une convergence sur les problématiques de traitement et d'infrastructure posées par la masse de données issues de moyens d'observation développés en astrophysique. Sur le site du Bourget, des collaborations régulières ont lieu dans le domaine des géosciences avec le laboratoire EDYTEM (Environnements, DYnamiques et TErritoires de la Montagne, UMR CNRS-USMB) et ISTerre (Institut des Sciences de la Terre,

UMR CNRS-UGA-USMB) avec qui nous avons participé à plusieurs projets (défi Mastodons, ANR VIP Mont-Blanc...) et co-encadrons quatre thèses (M.G Bato, H. He, K. Jacq et G. Marsy).

L'USMB est membre de la ComUE Université Grenoble Alpes (CUGA) et le LISTIC fait partie du Pôle MSTIC (Mathématiques, Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication) de la ComUE. En revanche, l'USMB ne faisant pas partie de l'IDEX Grenoblois, les équipes d'accueil de l'USMB ne peuvent bénéficier des programmes et appels d'offre financés par l'IDEX, ce qui limite fortement nos moyens et notre participation aux projets montés par les laboratoires Grenoblois ou les UMR dans le cadre de l'IDEX. Néanmoins, le LISTIC maintient des liens forts avec des collègues Grenoblois et certains laboratoires (GIPSA-lab, LIG, ISTerre...). Ces liens et la reconnaissance de travaux du laboratoire ont permis de garder une présence dans certaines structures Grenobloises, telles que le « data institute » (<a href="https://data-institute.univ-grenoble-alpes.fr/">https://data-institute.univ-grenoble-alpes.fr/</a>) ou le projet d'Institut d'Intelligence Artificielle proposé sur le site de Grenoblois.

Les doctorants du LISTIC sont inscrits à la ComUE UGA à travers l'Ecole Doctorale SISEO (Sciences et Ingénierie des Systèmes de l'Environnement et des Organisations, ED 489) qui est gérée par l'USMB. A ce titre, ils bénéficient de formations pluridisciplinaires dispensées par l'ED et de l'environnement de formation mis en place par le collège Doctoral de la ComUE UGA (dispositif des labels pour préparer l'insertion professionnelle...). Le nombre d'allocations attribuées par l'ED SISEO est cependant de 6 pour 9 laboratoires et ~90 HdR. Le LISTIC a néanmoins réussi à obtenir trois allocations entre 2014 et 2018.

Au niveau régional, depuis le début des années 2000 et jusqu'au récent changement de gouvernance, le LISTIC a été fortement impliqué dans l'organisation du soutien à la recherche mise en place par la région Rhône-Alpes, en particulier dans l'ARC6 (Academic Research Community Council "Technologies de l'information et de la communication et usages informatiques innovants") dont P. Lambert était un des animateurs et qui a financé trois thèses depuis 2012, thèses en collaboration avec des laboratoires de la région (H.V.T. Nguyen avec le LIRIS/Lyon, Z. Tan avec le LHC/Saint-Etienne et M. Achoch avec AGIM/Grenoble). La politique de recherche mise en place par la nouvelle région (Auvergne-Rhône-Alpes) a fait disparaître cette structuration de la recherche régionale et les allocations doctorales gérées par les ARCs, au profit de projets beaucoup moins nombreux à forte collaboration industrielle. Des liens ont également été tissés avec l'IXXI (Institut des Systèmes Complexes), structure qui associe de grands instituts de recherche nationaux (CNR, INRIA), à des établissements universitaires de la région. K. Salamatian est le représentant de l'USMB au sein du conseil de l'IXXI. Les préoccupations de l'IXXI concernent la science des réseaux, l'impact de la révolution numérique sur l'économie ou l'organisation de la société...

Notre positionnement géographique nous permet également de développer des collaborations transfrontalières avec l'Italie et la Suisse. Nous avons ainsi participé ou participons à plusieurs projets « Interreg » financés par l'Europe, notamment le projet logiciel « OntoReverse » (terminé en 2015) d'aide à la maintenance des logiciels métiers, le projet « Transfrontour » (en cours) sur l'aspect numérique du développement touristique et le projet « CIME » (début 10/2018) sur l'évaluation du risque d'avalanche.

Enfin au niveau de l'environnement industriel, nous sommes identifiés comme le laboratoire d'informatique de l'USMB et travaillons en lien avec les pôles de compétitivité Imaginove et Mont-Blanc et bénéficions du soutien des structures de transfert et valorisation telles que Thésame, le CETIM et Savoie Technolac. Nous menons ainsi des projets avec des partenaires industriels qui vont des start-up/PME, telles que Miliboo, AboutGoods, Ténévia, jusqu'à des projets avec de grandes entreprises telles que TOTAL, PFEIFFER, SOMFY ou encore ENGIE dans le cadre d'un FUI.

# 3 - Produits et activités de recherche

# 3.1. Bilan scientifique

Le bilan scientifique présenté ci-dessous est organisé selon la structuration en groupes. Certaines activités, présentant un caractère transversal, sont rassemblées à la fin de cette section.

#### 3.1.1. GROUPE CoDe « Combinaison et Décision »

D'une manière générale, le groupe CoDe s'intéresse à la représentation et la modélisation de l'information, et plus particulièrement de l'imperfection de l'information (incertitude et imprécision), ainsi qu'aux méthodologies de fusion intégrant des méta-connaissances.

#### A- Théories de l'incertain (R. Boukezzoula, D. Coquin, L. Foulloy, S. Galichet, G. Mauris, L. Valet)

Différentes approches initiées depuis 2014 ont été poursuivies, que ce soit les approches par intervalles, les approches possibilistes et les approches crédibilistes qui sont décrites plus en détail dans les paragraphes suivants. Une des spécificités de ce groupe est de travailler conjointement sur les différentes théories de l'incertain, en étudiant en particulier des équivalences entre elles, et de développer des applications.

# A-1 Approches par intervalles

Dans la continuité des travaux initialement développés dans le cadre de la régression par intervalles, les avancées réalisées, synthétisées dans l'HdR de Reda Boukezzoula [HdR 16-1], ont conduit à une nouvelle relecture de la problématique de régression à travers la notion d'intervalles graduels (régression graduelle) où l'objectif est d'identifier des modèles régressifs à partir des données entrées-sorties imprécises et incertaines. Les intervalles graduels peuvent être vus comme une collection d'intervalles conventionnels auxquels sont associés des degrés permettant de caractériser les niveaux d'incertitude. Les intervalles sont alors exploités pour représenter l'imprécision de la donnée. L'utilisation d'intervalles graduels conduit à revisiter les fondements des représentations par intervalles et à distinguer deux visions des intervalles dites respectivement ontique et épistémique. Dans une vision ontique, un intervalle est un ensemble conjonctif d'éléments à valeur réelle. C'est alors une entité compacte précise de cardinalité infinie. Au contraire, dans une vision épistémique un intervalle est un ensemble disjonctif d'éléments mutuellement exclusifs de cardinalité 1. Cet unique élément représente la « vraie » valeur de la grandeur sous-jacente inconnue ou tout au moins mal-connue. La largeur de l'intervalle permet une quantification de l'imprécision associée à la grandeur. Ces deux visions des intervalles, associées à une représentation graduelle de l'information, ont conduit à revisiter les travaux de régression graduelle pour aboutir à de nouveaux modèles de régression graduelle ontique et épistémique, tout d'abord linéaires ou polynomiaux [ACL 18-6] puis à base de B-splines dans un cadre non paramétrique.

Les aspects arithmétiques liés au calcul à base d'intervalles graduels ont également été approfondis à travers :

- L'évolution des différentes arithmétiques d'intervalles et des solutions originales apportées pour répondre à l'absence d'inverses : approche algébrique par extension de domaines ou d'opérations, optimisation pour des arithmétiques instanciées, éventuellement contraintes.
- La caractérisation ontique/épistémique des différentes arithmétiques en lien avec l'hypothèse souvent implicite d'indépendance des intervalles manipulés.
- L'exploitation des différentes arithmétiques dans un contexte graduel.

Au-delà des opérations arithmétiques, l'extension aux intervalles de fonctions d'agrégation élémentaires, telles que le min et le max, est délicate dans la mesure où aucune relation d'ordre total n'existe sur les intervalles. Si une expression analytique des fonctions min et max entre intervalles peut être construite à partir de l'unique relation d'ordre partiel  $\{ \le, \ge, \subseteq, \supseteq \}$  valide pour les intervalles manipulés, son exploitation pour des intervalles graduels nécessite que soit prise en compte la coexistence possible de plusieurs relations d'ordre partiel. Il a ainsi été montré qu'à chaque point d'intersection entre les bornes graduelles des intervalles, la relation d'ordre change selon un ordre d'adjacence bien défini. Cette évolution peut être décrite par un graphe d'état [ACL 18-7].

#### A-2 Approches par sous-ensembles flous

Dans le contexte de la combinaison d'informations, nous avons développé une méthode originale de génération d'une base de règles floues de type Mamdani à partir de données numériques [ACL 18-11]. La caractéristique essentielle de la méthode est le compromis réalisé entre la taille du jeu de règles, sa précision et sa vitesse de génération. Elle est basée sur une méthode d'apprentissage paramétrique de sélection-réduction des règles floues, précédée d'une exploration quasi optimale des sous-espaces flous des entrées numériques. Cette étape préalable permet d'augmenter la précision du système en augmentant le nombre d'évaluations effectuées. Comme l'ordre d'exploration peut être rafraîchi plusieurs fois de manière paramétrique, le compromis vitesse précision peut être facilement ajusté. Le deuxième avantage de la méthode repose sur l'utilisation d'algorithmes gloutons pour la sélection et réduction du jeu de règles qui permettent d'atteindre des résultats comparables avec ceux obtenus avec les méthodes coopératives de la littérature, mais avec un temps de traitement nettement plus faible. Le troisième avantage de la méthode est l'introduction d'un indice original qualifiant la redondance des règles floues. Cet indice, qui prend en compte une distance entre règles et l'influence d'une règle sur le jeu de données, permet l'identification de règles superflues qui sont ensuite supprimées, ce qui aboutit à un jeu de règles compact et précis. Les résultats expérimentaux, obtenus avec cette méthode sur un cas d'étude de la littérature ont été supérieurs à ceux obtenus avec les méthodes existantes utilisant des

mécanismes de coopération entre règles. La méthode a été également appliquée au problème industriel de la qualité de perception d'une dalle tactile automobile [ACTI 17-10], étudiée dans le cadre de la thèse de L. Dutu [ref-1] (financée par le projet FUI MISAC). Un modèle précis, compact et facilement interprétable a ainsi été établi permettant de configurer la dalle aux ressentis souhaités par les utilisateurs.

#### A-3 Approches crédibilistes

La spécificité de ces travaux concerne l'utilisation, dans des situations réelles complexes, des différents outils de la théorie des fonctions de croyance afin de gérer les imperfections les plus présentes telles que l'incertitude et l'imprécision des données et le conflit entre sources.

Les travaux réalisés dans la thèse de T. L. Nguyen [TH 17-2] ont porté sur la reconnaissance d'un objet coloré par le robot humanoïde NAO dans un environnement imprécis et incertain. Dans ces travaux, ce n'est pas la détection de la couleur qui nous intéresse, mais le caractère imprécis et incertain des informations utilisées qui peuvent altérer la fiabilité du système de détection. L'objectif a été de proposer une méthodologie afin d'équiper le robot NAO d'une capacité décisionnelle, traduisant une stratégie fiable pour la détection de la couleur. Le problème de reconnaissance des couleurs en utilisant une seule caméra est considéré comme un système flou Takagi-Sugeno à Conclusions Constantes (TSCC). Il est bien connu qu'un système de décision basé sur une seule caméra ne peut pas refléter des situations réelles complexes et peut affecter la fiabilité et la qualité de la reconnaissance des couleurs. Afin de surmonter ce problème, l'intégration de plusieurs caméras dans le processus de reconnaissance a été proposée. Les données fournies par ces caméras sont toujours affectées par un certain niveau d'imprécision ainsi que par l'incertitude des mesures. Ainsi, la stratégie de fusion multi-caméras proposée, basée sur la théorie des fonctions de croyance, est capable d'exprimer efficacement ces imperfections, de réduire leurs effets, d'exploiter la redondance des données, d'intégrer la fiabilité des sources et d'améliorer la précision de la reconnaissance des couleurs. L'utilisation de ces approches crédibilistes a permis une amélioration de l'ordre de 25% du taux de reconnaissance de la couleur par rapport à une décision prise par une source seule [ACL 18-5]. Ces travaux ont été poursuivis en combinant des sources de données hétérogènes (deux caméras 2D et une caméra 3D), pour la reconnaissance d'objets. Chaque caméra capture la scène, des points caractéristiques sont extraits et un degré de confiance sur l'appartenance à une classe est calculé. Puis la règle de combinaison de Dempster-Shafer est utilisée. Le maximum de la probabilité pignistique permet d'attribuer la classe à l'objet recherché. Là encore, la combinaison de sources hétérogènes apporte un gain de 15% par rapport à la combinaison de sources homogènes [ACTI 16-15], [ACTI 17-24].

La reconnaissance d'espèces d'arbres est une tâche difficile aussi bien pour des personnes n'ayant pas de connaissances expertes que pour les botanistes. Ceci est dû aux multiples spécificités des espèces d'arbres : similarités inter-espèces, variabilités intra-espèces... Les travaux de la thèse de R. Ben Ameur [TH 18-1] ont porté sur la classification des espèces d'arbres à partir des caractéristiques des feuilles (forme globale, bord, sommet et base) et des écorces (couleur, texture). L'idée est de reproduire la stratégie des botanistes lors de la reconnaissance en se basant sur ces deux modalités. Un système de fusion hiérarchique a été développé pour qu'il puisse s'adapter aux modalités présentes en entrée du système. Le système global composé de sous-classifieurs (un par groupe d'attributs) est élaboré dans le cadre de la théorie des fonctions de croyance. Dans un premier temps, la sortie des sous-classifieurs donne une distribution de probabilité sur les 72 espèces de l'espace de travail. Puis, à partir des probabilités associées à chaque espèce, des fonctions de masse consonantes ont été construites. L'espace de discernement étant trop important (72 classes) une méthode d'approximation qui réduit la complexité calculatoire, puis une méthode de correction des fonctions de masse, ont été appliquées. Enfin, en combinant les fonctions de masse issues de ces différentes transformations, une décision est prise : elle correspond au maximum de la probabilité pignistique, permettant ainsi de donner une liste d'espèces probables [ACTI 17-2]. L'approche a été comparée à d'autres méthodes de classifications comme les K-NN et SVM [ACL 18-4], elle apporte un gain d'environ 10%.

#### B- Prise en compte de méta-connaissances (L. Berrah, V. Clivillé, L. Foulloy)

Un autre axe de travail concerne la prise en compte d'un ensemble de « méta-connaissances » rattachées au décideur, en l'occurrence sa pertinence, sa sincérité, son expertise. Au-delà de ces premières approches sur l'intégration de l'attitude du décideur et qui portent davantage sur le comportement de ce dernier, nous nous sommes intéressés à la notion d'intention de ce même décideur, nous inscrivant ainsi dans le courant de pensée *Belief-desire-intention*, tel que présenté par D. Dubois, E. Lorini et H. Prade [ref-2]. L'idée sous-jacente à ces réflexions est de considérer que la déclaration de l'objectif est le reflet de l'intention du décideur - déclarant - pour le système considéré à l'issue de son observation du système (voir Fig. 2).

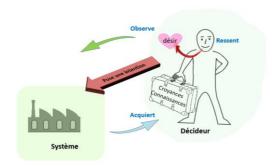


Fig. 2 : L'intention du décideur pour le système qu'il observe

Les travaux du LISTIC ont plus spécifiquement porté sur la conceptualisation puis la formalisation de la déclaration des objectifs d'une part et du calcul de l'expression de performance d'autre part. A l'heure actuelle, l'intention du décideur se matérialise à travers deux sémantiques différentes pour l'objectif : le désir d'une part et le besoin d'autre part. La distinction de ces sémantiques se répercute alors sur le mécanisme de calcul de l'expression de la performance, i.e. du degré d'atteinte de l'objectif considéré [OS 18-1], [ACTI 18-5]. D'un point de vue formel, la notion de « precisiation » telle qu'introduite par L. Zadeh [ref-3] ainsi que les mécanismes de passage d'informations numériques à informations qualitatives sont à la base de la représentation des informations impliquées à la fois dans la déclaration de la valeur de l'objectif et le calcul de l'expression de la performance. La déclaration d'un objectif-désir ou un objectif-besoin demeure conforme à la définition générale d'un objectif : une valeur associée à une variable. Le calcul de l'expression de performance relative à l'atteinte de ces deux types d'objectif diffère. Pour l'objectif désir, la performance s'exprime soit directement par un ressenti soit par une fonction d'évaluation de la performance définie par le décideur. Concernant l'objectif-besoin, le décideur calcule soit une expression de performance numérique en utilisant des opérateurs de distance ou de ratio, ou une expression linguistique, en particulier pour les données incertaines, à partir d'une représentation floue des termes linguistiques et de règles floues [OS 18-2].

D'autre part, en collaboration avec le LOCIE et l'UQTR au Canada, la thèse de M. Le Tellier est actuellement en cours. Elle porte sur la notion d'éco parc d'activités et l'amélioration de sa performance. Ces travaux ont débuté en janvier 2017 et ont pour objet l'application des modèles de calcul de l'expression de performance développés au laboratoire, en accord avec les préceptes du développement durable [ref-4]. La première partie de la thèse a nécessité la définition de l'objet d'étude : l'écoparc d'activité. Cette définition s'est effectuée à l'aide d'une analyse de la littérature [ACTI 18-5] et d'une observation des cas d'étude, plus ou moins engagés dans des pratiques durables et plus ou moins avancés dans leur cycle de vie<sup>1</sup>. Dans cette logique, afin de mieux positionner l'écoparc au regard des pratiques industrielles, un parallèle entre ce dernier et la Supply Chain a été réalisé et le SCOR model a été utilisé pour modéliser l'écoparc. SCOR est un outil de modélisation qui définit une démarche, des processus, des indicateurs et les meilleures pratiques du moment pour représenter, évaluer et diagnostiquer la Supply Chain [ACTI 17-19]. Un cadre conceptuel de l'écoparc à travers une modélisation systémique suivant la démarche de Le Moigne et utilisant le langage de modélisation UML a été alors proposé, et soumis à la revue Journal of Cleaner Production. En s'inspirant du principe des outils de capitalisation de l'expérience, en l'occurrence le modèle SCOR ou l'outil développé par l'association PALME, un répertoire des bonnes pratiques est en cours de formulation en s'appuyant sur les entités et interactions formulées dans la modélisation systémique. Ce répertoire des bonnes pratiques issues de la littérature et des cas d'étude est réalisé en parallèle d'un répertoire d'indicateurs potentiels. L'intersection de ces deux répertoires formera une base pour la sélection d'indicateurs de la performance d'un écoparc en cohérence avec sa stratégie. L'expression de la performance s'appuiera sur les indicateurs ainsi retenus.

# C - Internet des Objets (E. Benoit, S. Perrin)

L'Internet des objets (IoT) représente l'extension d'Internet à des choses et à des lieux du monde physique impliquant des échanges d'informations et de données provenant de dispositifs présents dans le monde

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Les terrains d'étude sont les suivants : le technopole Savoie Technolac au Bourget-du-Lac (FR), l'écoparc Savoie Hexapole à Méry (FR), le projet de réhabilitation du quartier de la Cassine à Chambéry (FR), les parcs d'activité du Grand Annecy (FR), l'écoparc Daniel Gaudreau à Victoriaville (CA) et le projet de halte routière à Champlain (CA).

réel vers le réseau Internet (domotique, e-santé...). La complexité croissante de ce monde englobant un grand nombre d'entités physiques et/ou logicielles, plus ou moins autonomes, plus ou moins intelligentes nécessite que le contrôle soit décentralisé.

Dans ce contexte d'IoT, les informations circulent entre les différents objets et entités connectées. La connaissance qu'elles représentent est répartie, incomplète et imparfaite. L'objectif de nos travaux est de pouvoir représenter et exploiter cette connaissance pour identifier les comportements ou les changements de comportements des différents acteurs, objets ou humains, l'objectif à long terme étant l'identification de changements d'habitudes.

Un premier aspect de ces travaux consiste à étudier l'écosystème créé par la mise en relation dynamique d'objets dans un contexte d'ambiance intelligente qui correspond à un habitat d'objets connectés. Une plate-forme d'expérimentation a été développée. Elle permet l'interconnexion d'objets communicants du commerce à différents niveaux d'abstraction avec pour objectif la validation de nos approches exploitant des ontologies pour modéliser la connaissance sur les systèmes de décision capables de manipuler des informations incertaines ou incomplètes, voire contradictoires. Une partie de ces travaux s'effectue dans le cadre d'une thèse en collaboration avec la société Miliboo avec un co-financement du Conseil Savoie Mont Blanc; cette thèse porte sur les meubles connectés intelligents. Les verrous technologiques liés à l'interopérabilité ont été contournés en développant des passerelles entre les protocoles existants de l'Internet des Objets.

Dans le domaine de l'habitat, on peut considérer que les actions à réaliser dépendent du contexte de la situation ou de l'usage d'un objet. L'enjeu scientifique est de définir la frontière entre les contextes et les degrés ou distance d'une situation mesurée (contexte mesuré) à un contexte modal. Dans ce cadre, nous avons apporté une solution d'identification de contexte basée sur les ontologies de situations [ACTI 17-7]. Nous avons intégré l'imperfection de la connaissance dans notre modèle ontologique sous forme de masses probabilistes ou possibilistes dans les relations entre les entités physiques [ACTI 17-8], [ACTI 18-4]. Les travaux visent également à obtenir des informations sur l'usager : la détection de sa présence, ses habitudes. Les méthodes de fusion d'informations permettent de construire et d'évaluer la qualité des informations recueillies, aussi bien de bas niveau (par exemple, la présence de l'usager) que sur les informations de plus haut niveau (ambiance, contexte d'usage).

#### 3.1.2. GROUPE CIT « Connaissances, Images et Télédétection »

Le bilan du groupe CIT est découpé en trois thématiques. La première thématique concerne l'analyse de séries temporelles d'images satellitaires qui concentre une grande partie des activités du groupe. En effet, ce thème devient de plus en plus important au sein de CIT avec la mise à disposition d'un grand nombre de données gratuites avec plusieurs satellites comme les SENTINEL. Il regroupe diverses applications comme l'interférométrie, la détection de changement ou le suivi de déplacement mais aussi des méthodologies différentes comme l'assimilation de données, les statistiques robustes, le data mining... La seconde thématique présente les activités liées à l'apprentissage de données associé à différents projets. La dernière thématique concerne la partie connaissance du groupe CIT avec un projet sur l'ontoterminologie et un autre sur la représentation des connaissances.

A- Analyse de séries temporelles d'images satellitaires (A. Atto, Ph. Bolon, G. Ginolhac, N. Méger, E. Trouvé, Y. Yan)

Ces travaux s'orientent selon trois types d'approches basées sur des niveaux de connaissance différents : une approche par « assimilation » qui s'appuie sur des modèles fournis par la géophysique, une approche « probabiliste » qui fait l'hypothèse de modèles de distribution et enfin une approche « fouille de données » qui ne postule aucune hypothèse a priori.

#### A-1 Assimilation de données et interférométrie Radar

La première piste se situe dans le domaine de l'assimilation de données qui combine un modèle dynamique et des observations de diverses natures (données in situ, séries temporelles de mesures de déplacement...) en s'appuyant sur les statistiques des erreurs. Cette approche a été initialement proposée et pleinement développée dans la communauté des sciences de l'océan et de l'atmosphère. Ces dernières années, cette technique commence à attirer l'attention des scientifiques dans la communauté des sciences de la Terre, en particulier pour la mesure de la déformation terrestre, grâce à sa capacité à réaliser des prédictions quasi en temps réel et ainsi de permettre la surveillance des risques naturels.

Les compétences internes du LISTIC se concentrent sur les méthodes de type stochastique, typiquement le Filtre de Kalman d'Ensemble (EnKF) [ref-5]. Des travaux originaux sont développés en collaboration à la

fois avec les experts externes (MEOM, IGE, Grenoble ; GHER, Université de Liège) en assimilation de données en océanographie et avec les géophysiciens (ISTerre, Grenoble/Chambéry) qui s'intéressent à la problématique de la mesure de déformation terrestre. Des études approfondies de différents schémas d'assimilation (assimilation incrémentale et assimilation intermittente) ont mis en évidence leurs avantages et inconvénients, permettant ainsi le choix du schéma de l'assimilation en fonction du contexte d'utilisation [ACL 17-10], [COM 16-10]. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre du projet EUMETSAT/CNES OST/ST MOMOMS (Merging Ocean Models and Observations at Mesoscale and Submesoscale) (2016-2020). En ce qui concerne les travaux en science de la Terre, l'EnKF est appliqué pour la première fois à la mesure de déformation volcanique dans le cadre de la thèse de Mary Grace Bato (soutenue le 02/07/2018) co-encadrée par Y. Yan du LISTIC et V. Pinel d'ISTerre. Les travaux principaux consistent à assimiler des séries temporelles de mesures de déplacement (e.g. GPS, interférométrie) dans un modèle dynamique d'évolution de magma par l'EnKF. Les résultats obtenus montrent que la technique de l'assimilation de données est capable d'améliorer la précision de certains paramètres du modèle et de prédire l'évolution de la surpression dans les chambres magmatiques, ce dernier point constituant un paramètre crucial de l'éruption volcanique [ACL 17-1], [COM 16-1], [COM 16-2], [COM 17-1], [COM 18-1], [COM 18-2], [ref-6]. En plus de ces travaux dédiés à la volcanologie, nous travaillons sur l'application de l'assimilation de données au suivi de l'écoulement de glaciers dans le cadre du projet international Dragon-4 qui a démarré en janvier 2017. Le modèle d'écoulement de glacier Elmer Ice est mis en œuvre dans le cadre de la thèse d'Alexandre Hippert (démarrée en octobre 2017) co-encadrée par Y. Yan et Ph. Bolon du LISTIC en collaboration avec les experts spécialisés en modélisation des glaciers de l'IGE, Grenoble.

La deuxième piste se concentre sur l'analyse et la reconstruction de données manguantes dans des séries temporelles de mesures de déplacement par les méthodes statistiques EOF (Empirical Orthonormal Function). Ces méthodes s'appuient essentiellement sur la décomposition en valeurs singulières de la matrice de covariance spatio-temporelle d'une série temporelle afin d'extraire le signal cohérent présent dans la série de mesure. En cas de données complètes, ces méthodes se comportent comme un filtre spatio-temporel, alors qu'en cas de données incomplètes, ces méthodes reconstruisent les données manquantes à partir de la corrélation spatio-temporelle. A notre connaissance, l'approche proposée est la première proposition de méthodes permettant une amélioration des mesures de déplacement dans des séries temporelles en s'appuyant sur une analyse spectrale de la matrice de covariance des données. Une série temporelle de mesures de déplacement sur le glacier Gorner (en hiver 2016-2017) issues de l'interférométrie SAR Sentinel-1 a été analysée par une méthode EOF dans le cadre d'un stage M1 coencadré par Y. Yan et E. Trouvé. Des résultats prometteurs ont été obtenus et ont conduit à plusieurs communications [ACTI 18-9], [COM 17-11], [COM 18-14]. Dans le cadre de la thèse d'Alexandre Hippert, une méthode EOF est appliquée de manière itérative afin de reconstruire les données manquantes dans les séries de mesures de déplacement sur les glaciers Alpins (glaciers d'Argentière et de la Mer de glace) issues de la corrélation amplitude et de l'interférométrie différentielle d'images Sentinel-1 afin d'obtenir des informations de déplacement sur des zones où il y a de rares mesures. L'originalité de cette méthode de reconstruction se trouve à deux niveaux : i) il s'agit de la première tentative de reconstruction de données manquantes dans des séries temporelles de mesures de déplacement issues des images SAR satellitaires ; ii) la méthodologie proposée est originale dans la communauté de mesure de déplacement par imagerie SAR.

D'autres travaux dédiés à l'application de l'interférométrie radar différentielle à la mesure de petits déplacements (centimétriques) dans le contexte de suivis de chantiers sont actuellement menées dans le cadre de la thèse de Matthias Jauvin (co-encadré par E. Trouvé et Y. Yan du LISTIC, B. Fruneau de l'IGN) qui est cofinancée par deux partenaires industriels spécialisés dans la mesure topographique de précision.

# A-2 Détection de changement sur des séries temporelles multivariées

Dans ce travail, nous développons des méthodes pour détecter des changements dans une série temporelle multivariée et plus particulièrement en imagerie SAR Haute Résolution (HR). Ce travail se fait dans le cadre de l'ANR PHOENIX et de la thèse d'Ammar Mian financée par le laboratoire SONDRA et démarrée en octobre 2016. De plus, le laboratoire a obtenu un accompagnement de la part du laboratoire SONDRA pour cet encadrement.

Nous avons tout d'abord développé une approche pour transformer des images SAR HR monovariées en images SAR multivariés en se basant sur une transformée en ondelettes appropriée à la géométrie [ACTI 17-26]. Ce travail préliminaire est novateur et surtout primordial pour la suite des algorithmes de détection de changement car il a permis de transformer n'importe quelle série temporelle d'images SAR monovariées en une série temporelle d'images SAR multivariées. Cette opération permet d'utiliser au maximum la diversité spectro-angulaire des diffuseurs présents dans l'imagerie SAR. Il est donc plus aisé qu'en monovarié de distinguer les diffuseurs entre eux ce qui entraîne de meilleures performances en détection de cible, mais aussi de changement.

Ensuite, à partir de ce formalisme, nous avons développé plusieurs détecteurs originaux de changement basés sur des tests d'égalité de matrices de covariances et/ou de textures dans un cadre non Gaussien. En utilisant ces problèmes de détection, nous avons aussi développé une nouvelle méthode pour estimer les dates des différents changements [ACTI 17-23], [ACTI 18-15], [ACTI 18-16], [ref-7].

Nous avons montré sur plusieurs jeux de données réelles que le formalisme non Gaussien permet une meilleure régulation de la fausse alarme mais aussi de meilleures performances de détection que les détecteurs classiques Gaussiens comme on peut le voir (Fig. 3). Ces différents résultats ont beaucoup plu au DSO (organisme singapourien identique à l'ONERA qui finance le laboratoire SONDRA) qui nous a garanti le financement de la suite de la thèse d'Ammar Mian qui devrait donc débuter en octobre 2019.

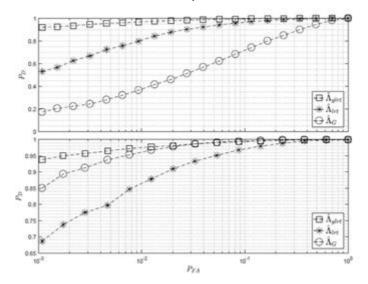


Fig. 3 : Probabilité de détection en fonction de la probabilité de fausse alarme. La courbe du détecteur non Gaussien est en carré, celle du détecteur Gaussien est en rond. On note un gain important pour des changements à intensité faible (RSB de OdB en haut) mais aussi encore présent pour des changements à intensité forte (RSB de 20dB en bas).

#### A-3 Data mining

Le troisième axe de travail s'inscrit dans le domaine de l'Extraction de Connaissances dans les Données (ECD)/Knowledge Discovery in Databases (KDD). Il a pour objectif la découverte de motifs locaux spatio-temporels dans des séries temporelles d'images satellitaires par des méthodes de fouille de données/data mining non supervisées. Contrairement aux approches précédentes, aucun modèle n'est donc supposé connu a priori. Les méthodes développées sont appliquées sur l'information de type « radiométrique » (réponse du sol) ou sur l'information de type « déplacement » (champs de déplacement). Ce type de techniques est également développé par exemple au laboratoire TETIS (Montpellier), au laboratoire LIRIS (Lyon, ancien partenaire au sein du projet ANR FOSTER) ou au laboratoire ICube (Strasbourg, ancien partenaire au sein du projet ANR FOSTER, 2011-2013).

C'est ainsi qu'après avoir proposé un nouveau type de motifs locaux spatio-temporels et la technique d'extraction associée ([ref-8], [ref-9]), nous avons mis en place une nouvelle méthode de swap randomisation permettant de sélectionner de façon efficace les motifs les plus singuliers au niveau informationnel. Les résultats correspondants ont fait l'objet d'une publication à ECML/PKDD 2015 [ref-10] et d'un prototype présenté à ECML/PKDD 2016 [ACTI 16-16]. Ces derniers travaux ont également été valorisés récemment par un chapitre de livre [OS 17-2] et dans la revue Data Mining & Knowledge Discovery [ACL 18-13].

Dans le cadre de la thèse de M. Nguyen co-encadrée avec le LIRIS sur un financement régional ARC6, nous avons également entrepris des travaux visant à prendre en compte les incertitudes associées aux données. Pour ce faire, une mesure de fiabilité basée sur les incertitudes et définie à l'échelle de motifs spatiotemporels a été introduite. Les motifs dont la mesure de fiabilité dépasse un seuil fixé par l'utilisateur sont alors réputés fiables. Une méthode d'extraction efficace de ces motifs basée sur un algorithme dynamique et un élagage de l'espace de recherche (contraintes anti-monotones et partiellement anti-monotones) a été conçue. Des applications à l'analyse de champs de déplacements de glaciers alpins et arctiques ont montré l'intérêt d'une telle proposition. En effet, l'espace de recherche des motifs spatiotemporels peut être drastiquement réduit, en particulier sur les jeux de données de faible qualité, ce qui assure une réalisation des traitements dans des conditions standard en termes de temps de calcul et de ressources mémoire. Par ailleurs, la méthode développée permet d'extraire des motifs couvrant en moyenne un plus grand nombre de points de données que ce qui aurait pu être fait en extrayant des

motifs à partir de données simplement seuillées sur la base des valeurs d'incertitude. Une première publication et un article ont suivi [ACTI 17-25], [ACL 18-14]. D'autres travaux à la croisée de l'extraction de motifs locaux, des probabilités et de la théorie de l'information ont également été entrepris dans le cadre de cette thèse et permettent de prendre en compte les incertitudes sous un angle informationnel. Ils constituent une alternative intéressante aux méthodes de swap randomization et permettent de sélectionner des motifs fiables, informatifs et complémentaires, spatialement et temporellement. Une première communication avec actes a été acceptée pour la conférence IEEE IGARSS 2018 [ACTI 18-17].

# B- Apprentissage profond (A. Benoit, P. Lambert)

L'apprentissage profond (deep learning) a récemment bouleversé le panorama des méthodologies d'analyse de grandes masses de données, et en particulier les méthodologies de compréhension automatique du contenu des images.

Dans ce contexte, dans un premier temps, nous nous sommes intéressés à l'adaptation des méthodologies « classiques » de l'apprentissage profond à des domaines où il était encore peu exploité. Cela concerne essentiellement l'imagerie satellitaire et astrophysique, mais des pistes secondaires sont aussi explorées en imagerie multimédia.

En imagerie satellitaire, plusieurs phénomènes récents ont contribué à l'explosion de la quantité de données disponibles : archives Landsat ouvertes, satellites SENTINEL dont les données sont diffusées gratuitement... L'exploitation (navigation, recherche...) de cette gigantesque quantité de données est un véritable challenge pour lequel les méthodologies de l'apprentissage profond semblent parfaitement adaptées. Ainsi, dans le cadre de la thèse d'Amina BEN HAMIDA (cotutelle avec l'université de Sfax), nous avons étudié des architectures profondes adaptées à l'imagerie hyperspectrale en nous intéressant aux tâches de classification et clustering des sols. Plus précisément nous avons proposé une architecture profonde originale de type « réseau de neurones convolutionnel » à structure 3D (2 dimensions spatiales + 1 dimension fréquentielle) permettant une prise en compte conjointe de l'information spectrale et spatiale. Les tests sur les benchmarks classiques ont abouti à de très bonnes performances [ACTI 16-5], [ACTI 17-3], [ACL 18-3] (Fig. 4), surpassant les approches basées sur les réseaux convolutionnels classiques [ref-11] ou les approches dédiées [ref-12].

Avec la même démarche, dans le cadre de la thèse de Mikaël Jacquemont débutée en octobre 2017 en partenariat avec la LAPP, nous explorons l'intérêt de l'apprentissage profond pour l'exploitation d'images d'astrophysique (celles fournies par le réseau de télescopes CTA - à terme, une centaine de télescopes fournissant quotidiennement de l'ordre de 6 To de données), avec en objectif l'analyse du rayonnement gamma. La problématique consiste en une tâche de détection de rayonnement et de régression des propriétés des rayonnements (énergie, direction). Les premiers travaux se sont intéressés à la construction de réseaux convolutionnels adaptés au maillage hexagonal des images. Nous avons ainsi pu montrer que cette adaptation (convolution et pooling hexagonaux) permettait un gain de performance de 19% dans l'estimation de l'énergie et de la direction du rayonnement [COM 18-9].

Des architectures de réseaux profonds ont également été testées dans d'autres contexte. D'abord dans un contexte industriel, dans le cadre de la thèse CIFRE de Rizlène Raoui (lecture automatique de tickets de caisse), nous avons montré comment des architectures profondes convolutionnelles associées à des analyses « traditionnelles » permettaient de limiter les taux de fausse alarme, contrainte forte imposée par l'entreprise [ACTN 16-6], [ACTI 17-29]. Ensuite, dans le cadre d'une collaboration conjointe avec l'université de Sfax, une architecture spécifique de type DenseNet renforcée par l'intégration d'un noyau prédictif multi-échelle a été testée avec succès pour de la segmentation sémantique sur des benchmarks classiques : CamVid and Cityscapes [ACTI 18-6]. Enfin, dans le cadre d'une collaboration avec le LE2I de DIJON, l'usage de réseaux de neurones pour l'amélioration d'images corrompues par la brume (« Dehazing ») a été lancé. Une étude comparative entre des approches récentes en deep learning et des approches classiques de traitement d'image a été réalisée et montre le potentiel des réseaux de neurones [ACTI 18-3], [COM 18-4].

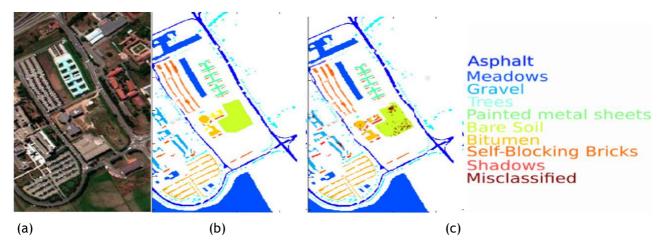


Fig. 4 : Résultat de classification des pixels d'une image hyperspectrale en utilisant un réseau convolutionnel profond 3D (University of Pavia dataset) : (a) image source, (b) vérité terrain, (c) classification pixellique

C- Connaissances (Ph. Bolon, R. Dapoigny, Y. Dumond, Ch. Roche, L. Damas, P. Barlatier)

#### C-1 Représentation de la connaissance

Dans le cadre de nos travaux en représentation et raisonnement sur les connaissances, trois domaines d'investigation ont été définis.

Le premier est en lien avec le projet G4M (FUI porté par Engie) ayant pour objectif la détection de réseaux enterrés à partir des mesures effectuées par plusieurs capteurs (GPR, Electromagnétique, Gaz tracker et RFID). Pour cela deux approches ont été mises en œuvre, de manière séquentielle, dans la thèse de Mériem Hafsi. La première est l'analyse quantitative des données et notamment l'évaluation de leur degré de confiance [ACTI 17-13], [ACTN 16-4]. La seconde approche, de nature qualitative, consiste en une étude de faisabilité dans laquelle nous avons spécifié un ensemble de définitions s'appuyant sur une ontologie de domaine construite pour intégrer les connaissances métiers. Ces définitions et les informations quantitatives résultant de l'étape précédente constituent la base du raisonnement. L'ensemble constitue l'approche méréo-géométrique dont l'objectif est d'identifier le tracé des réseaux enterrés en ne raisonnant pas sur des points mais sur des sphères de taille variable, qui modélisent les canalisations dans le cadre de ce projet [ref-13].

Le second domaine concerne l'analyse sémantique des phrases et a fait l'objet d'une collaboration avec un cabinet de formation (Porot Genève) dans lequel nous améliorons le calcul de similarité entre phrases exprimées en français. L'originalité de l'approche se situe dans l'aspect hybride : nous analysons les phrases par une technique classique de type « knowledge-based » dans laquelle nous substituons le calcul de la proximité sémantique des mots par une technique neuronale (DMWE) de type « word embedding » ou par la connaissance de l'ensemble des synonymes de la langue française (DES de l'université de Caen). Le démonstrateur est disponible : http://www.demorecherche.univ-savoie.fr/mereoconcept/compare.html

Le troisième domaine d'investigation, plus théorique, consiste en la formalisation de la Méréologie de Lesniewski, puis de la Méréogéométrie de Tarski, en utilisant la théorie des types dépendants et le démonstrateur de théorème Coq de l'INRIA. Après beaucoup d'investigations, nous avons démontré qu'il est possible de disposer d'une structuration méréologique des connaissances (initiée par Lesniewski) dans une théorie des types telle que Coq. Ce paradigme repose sur des recherches en mathématiques (modèle catégoriel). L'intérêt est de fournir une base logique de développement pour la spécification d'ontologies et pour le raisonnement spatial qualitatif [ACTI 17-6].

# C-2 Ontologie et Terminologie (Ontoterminologie)

Aujourd'hui de nombreuses applications de traitement de l'information reposent sur l'opérationnalisation de terminologies, c'est-à-dire sur une représentation computationnelle du système conceptuel qui compose toute terminologie. Les moteurs de recherche sémantique et multilingue, la gestion de contenus et les applications relevant du web sémantique en sont des exemples [ACTI 18-7]. Dans ce cadre, l'ontologie au sens de l'ingénierie des connaissances constitue une des perspectives les plus prometteuses pour la Terminologie. Elle donne lieu à de nombreux travaux exposés dans le cadre des conférences internationales TOTh, ainsi qu'à la notion d'ontoterminologie, terminologie dont le système notionnel est une ontologie formelle [ACL 18-15], [COM 18-13].

Cependant la théorie du concept sur laquelle repose la terminologie dite « classique » telle qu'elle est prônée par les normes internationales ISO n'est pas directement opérationnalisable. Il est nécessaire de pouvoir proposer un modèle qui le soit [ACTI 18-21] tout en respectant le mode de raisonnement des experts. C'est à partir des définitions formelles des concepts qu'il sera possible de proposer à la fois des néologismes motivés, et le chinois est une langue qui s'y prête particulièrement bien [ACTI 18-23], et des « patterns » de définition de termes en langue naturelle [ACTI 18-7].

Il n'y a pas de terminologies sans domaines de spécialité. Forts de l'expérience acquise dans le domaine de l'Héritage Culturel et des Humanités Numériques lors des 2 projets Européens FP7, Linked Heritage et Athena Plus, nous avons poursuivi nos travaux de recherche et de validation dans ces domaines [ACTI 17-1], [COM 18-13] ce qui nous a amenés à définir une plateforme logicielle de construction d'ontoterminologies compatibles avec les normes ISO en terminologie et les standards du W3C pour la terminologie et les ontologies.

## C-3 Simulation de feux de forêts

Eu égard à leur impact grandissant sur les sociétés humaines, les feux de forêts font l'objet de nombreux activités de recherche, les travaux les plus aboutis étant conduits au Canada et aux Etats-Unis. Une des problématiques centrales concerne la modélisation à des fins de simulation. Il s'agit alors de prédire l'évolution d'un incendie à échéance de quelques heures en fonction d'un contour donné et de différents paramètres météorologiques et topographiques. Un logiciel élaborant des résultats reconnus comme fiable constituerait la pierre angulaire de la gestion des opérations de lutte. Notre objectif final est de développer un logiciel de simulation à même d'être déployé dans des postes de commandement utilisés par les sapeurs-pompiers. Nous sommes de fait en relation avec des acteurs de terrain (SDIS 06, SDIS 83, Entente pour la forêt méditerranéenne) depuis de nombreuses années.

Le modèle que nous avons développé est basé sur une approche hybride associant formes de référence (ellipses, double-ellipses) et calculs sur des graphes couvrant l'espace géographique divisé en cellules. Il s'inscrit dans le cadre de techniques dites "semi-empiriques" synthétisant des données de terrain sous forme de connaissances permettant notamment de déterminer les différentes vitesses de propagation ainsi que le dimensionnement des formes de référence. Ces travaux ont à ce jour abouti à la réalisation de plusieurs prototypes [ACTI 17-9], [ACTI 16-11].

#### 3.1.3. GROUPE RSLR « Réseau et Système Logiciel Répartis »

Le groupe RSLR regroupe les thématiques qui concernent les systèmes distribués, au sens large du terme. Il traite des problématiques relatives aux systèmes et leur virtualisation, à la distribution des données, leur gestion et leur transport. Le groupe s'intéresse également aux problématiques de l'analyse des réseaux sociaux et de communication, et leur sécurité. Ces travaux sont présentés selon trois axes, le premier concerne la virtualisation et les systèmes distribués, le second traite des problématiques de réseau et le dernier du concept d'objets sages. Un dernier axe, transversal avec le groupe CoDe, sera abordé dans une section dédiée aux travaux transversaux.

#### A- Système et Systèmes Distribués (S. Monnet, K. Salamatian, F. Vernier)

# A-1 Gestion des grandes masses de données

Nos travaux sur la gestion des grandes masses de données peuvent se découper en deux parties : (i) la gestion et le stockage de données et (ii) la diffusion de données sur un grand ensemble de périphériques.

En ce qui concerne la gestion et le stockage des données, nous nous sommes dans un premier temps intéressés à la tolérance aux fautes. Dans le cadre de l'utilisation de la réplication de données, nous avons montré l'importance de l'impact des stratégies de placement des copies des données sur leur pérennité et sur la répartition de la charge sur les nœuds de stockage [ACTI 17-30] (rang A\*). Actuellement, nous nous intéressons à la conception d'un système de gestion de données permettant de gérer chaque donnée avec un niveau de cohérence adéquat. Le but est d'optimiser le placement des données et de limiter les synchronisations afin d'offrir un système de gestion de données efficace tout en respectant les contraintes de cohérence des applications. Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet ANR RainbowFS, finançant la thèse d'Etienne Mauffret sur le sujet. Nous avons d'ores et déjà effectué un important travail bibliographique et de veille technologique sur les différents modèles de cohérence présents dans la littérature, mais également dans les grands systèmes existants.

La diffusion de données sur un grand ensemble de périphériques mobiles est un problème important et actuel. En effet, nous assistons à une explosion du nombre de périphériques mobiles, de plus, ces derniers

sont de plus en plus utilisés pour des applications variées. Cependant, les architectures actuelles, basées sur des points d'accès sur lesquels les périphériques se connectent afin de communiquer ne passent pas à l'échelle. Nous proposons une approche reposant sur des échanges directs entre périphériques (mais restant orchestrés, de manière pragmatique, par les points d'accès). Notre approche permet de diffuser des données sur un nombre important de périphériques mobiles [ACTI 17-14] (rang B) tout en prenant en compte l'hétérogénéité des périphériques, à la fois en termes de batterie et en termes de bande passante [ACTI 17-15] (rang B). Nos résultats de simulation montrent que notre approche peut apporter des gains importants (division par deux des temps de dissémination d'une donnée) tout en épargnant les périphériques dont les batteries sont les plus faibles. Nous proposons également une version hiérarchique [ACL 17-6] adaptée aux cas où les périphériques sont statiques (pour diffuser une vidéo dans un amphithéâtre par exemple). Dans ce cas les périphériques peuvent être affectés à des groupes ; au sein de chaque groupe, un périphérique sert de relais entre le point d'accès et les périphériques de son groupe. Cette approche permet de réduire les interférences en limitant la portée des communications intragroupe et en sélectionnant judicieusement les canaux WiFi des groupes adjacents. Ce travail a fait l'objet de la thèse de Lyes Hamidouche, en co-encadrement avec Sorbonne université, soutenue le 21 juin 2018.

#### A-2 Cloud et virtualisation

Les clouds doivent, en grande partie, leur succès à la virtualisation. Elle permet en effet d'utiliser efficacement les ressources physiques d'une machine. Elle consiste à partager les ressources d'une machine physique hôte entre de multiples machines virtuelles. Une propriété importante de la virtualisation dans les clouds est l'isolation. Elle permet à une machine virtuelle, ou à une application, d'avoir l'illusion de s'exécuter seule sur un ensemble de ressources. Cependant, lorsqu'une application n'utilise pas toutes ses ressources, il est souhaitable de les laisser à disposition d'une application pouvant les exploiter (consolidation); à condition de pouvoir rendre la ressource rapidement en cas de besoin (isolation). Pour certaines ressources, comme le CPU, l'ordonnanceur du noyau du système d'exploitation effectue très bien cette tâche, en revanche, pour ce qui est de la ressource mémoire, ce n'est pas le cas. La gestion de la mémoire est en effet bien plus complexe, le noyau conserve en mémoire les pages susceptibles d'être ré-accédées dans un futur proche dans diverses listes (en fonction de leur type, et de la fréquence des accès). Nous avons tout d'abord montré l'existence de problèmes d'isolation lors de l'utilisation de *containers* sous Linux. Nous avons ensuite proposé des solutions, implémentées au niveau du noyau Linux, permettant de conserver un bon niveau d'isolation tout en permettant la consolidation [ACTI 17-5] (rang A).

Nous menons également des travaux, en coopération avec l'académie des sciences de Chine, s'intéressant aux problèmes réseau liés au clouds. Ces travaux visent deux problématiques principales : la gestion du trafic dans les centres de données afin d'éviter que des blocages et congestions ne réduisent fortement la performance, et la composition automatique de chaînes de traitement de paquets pour la virtualisation. Concernant la première problématique, les travaux ont conduit au développement d'une heuristique simple qui permet d'isoler les chemins suivis par les gros flots (flots éléphants) des flots courts et peu volumineux (flots souris). En associant des approches d'ordonnancements différentes à chacune de ces classes de flots, on obtient des gains de performances en termes de délai de traitement et en termes de probabilité de blocage important. Ces travaux ont donné lieu à une publication dans un journal de rang A [ACL 16-12]. L'approche présentée dans l'article est utilisée depuis la mi-2016 dans un cadre opérationnel dans les centres de données de China Telecom. Pour la seconde problématique, nous avons développé une nouvelle approche de migration de flots de données, appelée Transparent Flow Migration (TFM), qui serait appliquée dans les cas où l'optimisation des chaînes de traitement nécessiterait une migration des fonctionnalités virtuelles. TFM a été présentée dans un article de conférence de rang A [ACTI 16-25]. Dans la suite de ces travaux, nous avons développé une approche d'automatisation du placement des éléments d'une chaîne de traitement dans une architecture de cloud dédiée à la virtualisation de fonctionnalités réseau. Cette approche a été le sujet d'une publication de rang B [ACTI 16-26] . Autour de ses problématiques, une thèse (qui n'était pas en co-tutelle officielle) a été soutenue début 2018 et la thèse de Damien Carver devrait être soutenue début 2019.

#### B- Réseaux et sécurité (S. Monnet, K. Salamatian)

#### B1 - Nouvelles architectures de réseaux et traitement de paquets à haut débit

Dans la suite de nos travaux menés depuis 2009 sur les architectures pour l'Internet du futur des travaux ont été menés dans plusieurs directions. La première direction concerne la conception de composants matériels/logiciels pour la classification de paquets à haut débit. Nos travaux sur cette question fondamentale nous avaient déjà amenés à étudier en profondeur les architectures de classifications strictement logicielles qui utilisaient des arbres de décisions afin d'implanter la classification. Nous avons aussi étudié en profondeur l'utilisation des *Ternary Content-Addressable Memory* (TCAMs) pour la

classification rapide des paquets. Comparativement aux approches basées sur des arbres de décisions qui atteignent au mieux une complexité de stockage de  $W(n\log^{d-1} n)$  pour une complexité de classification de  $W(\log^{d-2} n)$ , les TCAMs peuvent atteindre un complexité classification de O(1) pour un stockage O(n) ou n est le nombre de règles de classification et d le nombre de champs permettant la classification. Par contre les TCAMs souffrent de problèmes de performance pour les mises à jour de règles. Dans [ACL 17-9], nous avons défini un cadre théorique global qui permet d'évaluer les meilleures performances théoriques de mises à jour possibles et ainsi de comparer les performances des heuristiques aux limites théoriques. L'analyse théorique nous a permis de proposer une nouvelle classe d'algorithmes de mises à jour qui ont une meilleure performance que ceux proposés jusqu'ici. C'est travaux ont donné lieu à une publication de rang  $A^*$  [ACTI 16-25].

Nous avons également utilisé l'expertise que nous avons développée sur les architectures logicielles de classification de paquets pour construire des structures très efficaces d'indexage d'archives de traces de flots et de paquets IP. Ces index qui utilisent des structures de données nommées arbres de *trie*, permettent un passage à l'échelle et des performances que ne permettent pas les approches génériques d'indexage et peuvent stocker en temps réel les informations relatives à des milliards de flots IP capturés sur des liens Internet à 40 Gbps. Ces travaux ont donné lieu à un article de revue de rang A [ACL 17-9].

Nous avons aussi mené des travaux visant à développer de nouvelles approches de routages dans les réseaux orientés noms (*Name Defined Networks*, *NDNs*). Ces approches sont très prometteuses, en particulier dans les réseaux véhiculaires et dans les centres de données. Nos travaux en collaboration avec l'université de Berne sont basés sur l'utilisation de filtres de Bloom et permettent de passer à l'échelle (plusieurs millions de contenus) tout en étant robuste vis-à-vis des changements de topologie. Ces travaux ont donné lieu à une publication dans une conférence de rang A [ACTI 17-21]. Dans la suite de ces travaux nous avons aussi développé des méthodes permettant d'adapter le stockage d'information dans les nœuds intermédiaires en mettant en correspondance les demandes et les offres de contenus à l'intérieur du réseau. Ces derniers travaux ont abouti à une publication récente dans une conférence de rang B [ACTI 18-13].

He Peng et Haiyang Jiang, qui ont travaillé sur ce sujet, ont soutenu leur thèse durant l'année 2016. Ali Marandi étudiant à l'université de Berne, qui a travaillé sur les NDNs, est co-dirigé par Kavé Salamatian et il soutiendra sa thèse en 2019.

#### B-2 Analyse des réseaux sociaux

Nous travaillons depuis plusieurs années sur les réseaux sociaux. C'est travaux qui ont touché aussi bien les aspects méthodologiques, que les aspects applicatifs ont une forte visibilité dans la communauté. Durant la période de référence, nous avons continué nos travaux. Sur le plan méthodologique, nous avons développé dans [ACTI 16-25] un cadre analytique pour la gestion des portfolios de mots-clés utilisés pour la publicité en ligne. Dans ce cadre nous avons développé une extension du portfolio efficient de Markowitz qui est largement utilisé sur les marchés boursiers pour les portfolios de mots-clés. L'utilisation de cette approche de gestion laisse entrevoir des potentiels de gains très importants à niveau de risque égal. Ce cadre analytique a été présenté dans une publication dans une conférence de rang A [ACTI 16-25].

Sur le volet plus applicatif, nous avons publié dans une revue de rang A [ACL 16-9] un article décrivant et modélisant les observations effectuées sur le comportement de consommation vidéo sur le site de l'un des prestataires de vidéos en ligne les plus populaires en Chine. Ces observations donnent des indications précieuses pour les concepteurs d'applications de vidéos car ils permettent de mieux comprendre comment l'utilisateur réagit aux différents évènements qui peuvent avoir lieu.

Dong Wang, qui a travaillé sur l'analyse des réseaux sociaux, a soutenu sa thèse fin 2016. Un nouveau doctorant, co-dirigé par Kavé Salamatian avec l'Institut Français de Géopolitique, a commencé en mai 2018 sa thèse sur le sujet de la compréhension des stratégies d'influence Russe en France sur les réseaux sociaux.

#### B3 - Cybersécurité et Cyberstratégie

Nous avons développé dans [ACTI 16-28] une analyse longitudinale des risques de fuite d'informations privées dans les applications androids. Cette étude a permis de montrer l'ampleur des fuites existantes dans ce système et de décrire ces faiblesses structurelles. Néanmoins, la source de la plupart de ces fuites, ce sont les librairies intégrant des fonctionnalités publicitaires dans les applications. Cette observation nous a motivés à faire une analyse plus en détail du marché publicitaire en ligne. Cette étude est rendue possible par l'accès à une trace DNS contenant deux jours de toutes les requêtes DNS effectuées chez un opérateur majeur en Chine. Afin d'extraire les informations sur les traqueurs et les sites publicitaires, il a fallu initialement résoudre plusieurs challenges techniques relatifs à l'impact des caches DNS, de la reconstruction des sessions utilisateurs et de l'existence de NAT, en particulier dans les

réseaux mobiles. Nous avons développé des méthodologies pour régler chacun de ces problèmes et nous avons finalement obtenu des résultats notables sur la structure du marché des traqueurs et de la publicité sur Internet. En particulier, nous avons pu observer que si plus de 86% des connexions issues de Chine ciblent des sites en Chine, plus de 81% de traqueurs et acteurs publicitaires actifs en Chine sont aux Etats-unis. Ceci était inattendu car la Chine est connue pour l'imposition de sa souveraineté numérique et le fait qu'une part importante des informations récoltées par les traqueurs partent aux Etats-unis à une signification stratégique majeure.

Nos travaux en cyberstratégie doivent être utilisables par les décideurs politiques en France. C'est pourquoi il convient aussi d'avoir une activité ciblant ce public. Nous répondons à ce besoin en rédigeant des articles en Français dans des journaux qui sont consultés par cet auditoire. Ainsi Kavé Salamatian a contribué à plusieurs rapports et articles dans les revues Hérodotes, de géopolitique ou de stratégies. Nous pouvons citer par exemple [ACL 17-3] qui décrit le territoire cyber-stratégique russe. Il convient d'indiquer que Kavé Salamatian est codirecteur d'une thèse sur la cyber stratégie russe financée par la DGA.

Jingxiu Su qui a travaillé sur l'analyse du DNS et sur le marché de la publicité soutiendra sa thèse (en cotutelle) en 2019. Un nouveau doctorant, co-dirigé par Kavé Salamatian avec l'Institut Français de Géopolitique a commencé en mai 2018, sa thèse sur le sujet de la compréhension des stratégies d'influence Russe en France sur les réseaux sociaux.

#### C- Systèmes logiciels intelligents et distribués (Wise Objects) (I. Alloui, E. Benoit, S. Perrin, F. Vernier)

Dans cet axe de recherche, la problématique abordée est celle de l'aide à la construction de systèmes à forte composante logicielle, distribués, capables d'apprendre sur eux-mêmes et sur la manière dont ils sont utilisés. En effet, pour réduire et arriver à contrôler la complexité des systèmes actuels, plusieurs approches ont été proposées, parmi lesquelles, celles fondées sur : les systèmes à agents, les systèmes dits intelligents, les systèmes auto-adaptatifs. Dans toutes ces approches, l'agent (le système) apprend généralement sur les autres agents/systèmes et son environnement à travers ses interactions.

L'idée proposée ici est que les éléments du système apprennent également sur eux-mêmes avant ou en même temps qu'ils apprennent sur les autres. Ceci présente plusieurs bénéfices :

- Un contrôle décentralisé: pas d'obligation de définir un contrôle global a priori;
- Chaque élément du système peut par apprentissage évoluer et apprendre à mieux contrôler, à son niveau, les actions à faire selon la situation et le contexte dans lequel il se trouve ;
- Chaque élément du système peut améliorer sa « performance » et par conséquent celle du système.

Nos travaux portent à la fois sur (a) les « frameworks » ou « intergiciels » logiciels orientés objet pour la conception et la mise en œuvre de tels systèmes et (b) sur les mécanismes et méthodes d'apprentissage et de traitement des informations distribuées dans ces systèmes. Nous avons proposé dans ce contexte un « framework » objet fondé sur le concept d'Objet Sage (Wise Object : WO) [ref-14].

Un objet sage est un objet logiciel qui se connaît lui-même. C'est une métaphore que nous utilisons pour faire référence à la capacité humaine d'apprentissage sur soi (introspection) et sur les autres (observation). Un objet sage pourrait, dans notre contexte de recherche, représenter un objet logiciel (par exemple un site web qui apprend sur les fréquences d'usage, les durées, les requêtes effectuées...) ou un objet physique (par exemple un thermomètre qui apprend de manière autonome comment évoluent les températures qu'il mesure). Il est important de noter qu'un objet sage n'a a priori pas connaissance des autres objets sages du système ; il apprend de manière autonome en utilisant des mécanismes d'introspection et de monitoring des informations liées à l'usage qu'on fait de l'objet qu'il représente (i.e. dont il est l'avatar). Dans l'exemple du thermomètre, au fil de leur apprentissage, deux thermomètres sages (i.e. thermomètres et leurs objets sages avatars) placés dans des environnements différents - intérieur et extérieur - auraient des comportements différents lors de changements de températures inattendus, la notion de froid ou de chaud n'étant pas la même en intérieur et en extérieur. Ce que détecte l'objet sage est le changement par rapport aux habitudes de comportement qu'il aura apprises.

Nous avons, dans un premier temps, développé un Framework logiciel Java (WOF) qui permet la création de systèmes sages, c'est-à-dire de systèmes composés d'objets sages [ref-14]. De par la base de connaissances de chacun de ses objets, le système sage acquiert une connaissance distribuée sur luimême. Nous avons également conçu et réalisé un simulateur à événements discrets qui permet la simulation de comportements d'objets sages (WO) et ainsi de s'abstraire d'une expérimentation réelle

qui, selon le contexte, peut être très longue. Ce simulateur se base sur la composition de lois statistiques pour déclencher des actions au sein des WO.

Hormis la définition des WO, la mise en place du Framework WOF et de son simulateur, nous avons travaillé sur la problématique de la modélisation de la connaissance gérée par un WO. Les approches ontologiques ont montré une certaine limitation quant au caractère dynamique de notre système, mais restent envisageables à plus long terme. Des approches classiques de traitement du signal ont commencé à être étudiées, un approfondissement de ces méthodes est toutefois nécessaire pour les intégrer à notre framework. Plus récemment, nous avons mis en place un système statistique dérivé du concept de « stationnarité », afin de modéliser les habitudes comportementales d'un WO et par conséquent identifier des situations inhabituelles. Cette approche nous permet de gérer une taille de mémoire à la fois spatiale et temporelle, et également de prendre en compte l'évolution des habitudes [ACTI 17-32], [ACL 18-1].

Ces travaux, pour les plus récents, ont été réalisés dans le cadre du projet AAP-USMB Mc-WO. Ce dernier a permis d'élargir notre domaine d'application initial à celui de l'IOT. Nous avons pu ainsi développer notre framework, notamment pour connecter des objets sages, purement logiciels, à des objets originaires du domaine de l'IOT. A ce sujet, un nouveau projet AAP-USMB COMDA a été déposé et accepté, il vise à interconnecter de la manière la plus générique possible des objets de l'IOT à des systèmes sages issus du framework WOF. Une première étude a consisté à étudier les habitudes d'utilisation d'un amphithéâtre universitaire au travers d'un capteur de présence intelligent et sage. Le concept de WIOT a ainsi été posé [ACTI 18-1].

#### 3.1.4. ACTIVITES INTER-GROUPES

#### A - Ondelettes et Possibilités (CIT + CoDe) (A. Atto et G. Mauris)

Les travaux concernant les descriptions possibilistes de coefficients d'ondelettes ont été engagés dans le contexte du projet ANR PHOENIX et font l'objet du financement d'une thèse par l'école doctorale SISEO de l'USMB. Plusieurs modèles de descriptions possibilistes d'un contenu imprécis ont été étudiés, en particulier des modèles possibilistes par 'inférence' à partir des modèles probabilistes suivants : i) Gaussiennes Généralisées, ii) Weibull et iii) Log-Normale. Le principe de cette inférence est le suivant : étant donné un modèle de probabilité de paramètres imprécis (pas assez de données pour les estimer correctement ou données très hétérogènes), les modèles utilisent des intervalles de confiance basés sur les fonctions de répartition empiriques des données pour déduire des lois de possibilité encapsulant les différentes lois de probabilité admissibles au regard de cette fonction de répartition empirique. Les modèles possibilistes déduits sont dits Gaussiennes Généralisées, Weibull et Log-Normale [ACTI 17-20]. Ces nouveaux modèles possibilistes ont été testés ultérieurement sur plusieurs problèmes de détection de changement dans des images de télédétection [COM 17-7] et ont montré une grande pertinence lorsque l'information de changement est très peu discernable du bruit.

#### Les travaux actuels visent:

- à la proposition de lois de possibilités paramétriques multivariées, par inférence à partir de modèles probabilistes elliptiques notamment,
- au calcul des formes analytiques de divergences de Kullback-Leibler possibilistes entre des sousfamilles paramétriques multivariées appartenant à la famille de lois possibilistes elliptiques,
- la proposition d'une approche multiéchelle (en ondelettes) de descriptions possibilistes pour la modélisation des informations imprécises.

Une fois ces objectifs atteints, la phase suivante sera l'étude de l'évolution des paramètres des lois de possibilités lorsque les échelles de la décomposition en ondelettes varient. Le but est de déduire des sous-espaces de description parcimonieuse, en fonction de la propagation des incertitudes. Les questions à résoudre à moyen terme sont : que devient un processus connu par le biais d'une loi de possibilité lorsqu'on décompose ce processus dans le domaine des ondelettes ? Est-ce que de telles décompositions réduiraient ou augmenteraient la spécificité (l'informativité) des distributions de possibilités et en simplifieraient le choix et la validation de modèle ?

Dans le domaine des applications, les résultats préliminaires obtenus en détection de changements devraient être confortés sur une classe assez large de problèmes concernant la fusion de détecteurs et la fusion de classifieurs sur diverses données/informations.

#### B- Conception de systèmes d'information dynamiques (CoDe + RSLR) (F. Pourraz, H. Verius)

Notre travail cible la conception de systèmes d'information dynamiques d'aide à la décision en milieu incertain. L'objectif est de concevoir l'architecture de ces systèmes qui sont composés d'entités logicielles hétérogènes et distribuées de traitement d'informations et d'aide à la décision. Ces systèmes ont vocation à aider un tiers (ex : utilisateur final) dans sa prise de décision dans un contexte incertain.

Ces travaux sont appliqués ou sont en cours d'application dans les trois domaines suivants :

- les processus industriels a priori déterministes (dont il existe un modèle a priori) qui sont soumis à des aléas en phase d'exécution (@runtime). Dans ce cas, l'instance du processus doit être dynamiquement modifiée. Après avoir proposé des langages pour la description et l'exécution des processus dynamiquement évolutifs (langages pi-Diapason, PXL), nous prenons en compte désormais l'intervention de l'humain. L'objectif de ce travail [ACTI 18-25] est d'identifier les compétences qui devront être mobilisées pour traiter l'aléa et, ensuite, identifier les acteurs de l'entreprise (possédant les compétences précédemment identifiées) pouvant être mobilisés pour effectivement traiter l'aléa (ou besoin de modification). A ce jour, il n'existe aucun système d'information de gestion de processus métier (BPMS) proposant une telle démarche. Ce travail combine des approches et travaux issus de domaines différents : ingénierie des processus, méthodes agiles, ontologie et modélisation de compétences, méthode de traitement d'informations, méthode d'aide à la décision. Ces travaux ont été développés en coopération avec le laboratoire G-SCOP dans le cadre de la thèse de W. Triaa, co-encadrée par H. Verjus;
- l'aide à la recherche d'itinéraires en milieux montagnards dans le cas de risque d'avalanche. Dans ce cas d'application, l'objectif est de proposer une application mobile d'aide à la décision du choix d'itinéraires en présence de risque d'avalanche. Une première approche [ACTI 17-28] basée sur l'utilisation des sous-ensembles flous permet de représenter des informations incertaines (hauteur de neige, vitesse du vent, ...) et d'estimer un degré de risque. L'estimation de ce risque est directement visualisée dans le cadre d'une application de réalité augmentée sur Smartphone qui représente les pentes en fonction du risque. Ce travail est prometteur, a fait l'objet d'un AAP USMB. Il se prolonge actuellement dans le cadre d'un projet Interreg (projet CIME Choix d'Itinéraire de MontagnE) avec des collègues suisses et des professionnels et experts de la montagne;
- l'aide à la recherche d'expériences touristiques. Il y a deux initiatives en parallèle : une collaboration avec des professionnels et des collègues suisses dans le cadre d'un projet transfrontalier autour d'une plateforme pour la mise en réseau d'acteurs (projet Interreg Transfrontour) et un début de collaboration avec des professionnels et experts dans le domaine du tourisme et des collègues de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (projet co-financé AAP USMB-UPPA récemment obtenu). Dans les deux cas, l'objectif est de prendre en compte certaines informations utilisateurs (comportements antérieurs, profils), de déterminer des modèles de préférences qui pourraient être exploités pour suggérer des activités, des prestations touristiques en utilisant une méthode d'aide à la décision. Le caractère novateur d'une telle démarche est qu'elle doit être multi-prestataires, multi-sectoriel (il existe des systèmes de recommandation qui sont uniquement centrés sur un secteur particulier, l'hébergement par exemple ou la restauration). La conception même du système d'aide à la décision est un défi dans ce contexte.

Dans tous ces cas d'application, des informations multi-sources, hétérogènes et incertaines sont exploitées et traitées. L'extraction de ces informations, leur traitement, agrégation, l'assistance à l'utilisateur dans sa prise de décision sont effectués par des entités logicielles (composants, services) distribuées sur des nœuds, appareils (mobiles, serveurs). Cet écosystème constitue un système d'information d'aide à la décision dynamique (les entités peuvent ne pas être disponibles, de nouvelles entités peuvent être nécessaires et entrer dans le système, d'autres en sortir). Des méthodes d'ingénierie logicielle sont utilisées pour décrire l'architecture de ce système distribué complexe (description de la structure, des interactions entre les entités et des processus internes au système dont le processus de prise de décision).

# C- Scientific Work Flow - Observation des phénomènes naturels (RSLR+CIT) (A. Atto, F. Vernier, E. Trouvé, Y. Yan)

Les chaînes de traitement (« pipeline ») développées en télédétection nécessitent de plus en plus de ressources pour exploiter la masse de données issue de l'imagerie satellitaire ou des systèmes de photographie terrestre appliqués à l'observation des phénomènes naturels. En effet, les volumes de données à traiter pour atteindre des objectifs scientifiques tels que le suivi de mouvement de surface [ref-15] ou la détection de changements [ACL 16-2] se sont considérablement accrus, soit en raison de

l'augmentation de la résolution spatiale des images et de leur fréquence d'acquisition, soit en raison de l'étendue spatiale ou temporelle des volumes traités (traitement à l'échelle régionale, voire mondiale, recherche d'évolution sur plusieurs décennies [ref-16]). Cette tendance s'accentue grâce à la politique de gratuité des images d'archives des agences spatiales ou des satellites d'observation de la Terre récents tels que les satellites « Sentinel » de l'agence spatiale européenne (ESA) qui produisent quotidiennement plusieurs To de données. Dans ce contexte, les verrous méthodologiques à lever sont à la fois au niveau du développement de méthodes de traitements d'images adaptées aux séries temporelles (travaux du groupe CIT, section A) mais aussi au niveau de la répartition des données et des calculs sur des infrastructures de type « data center » (travaux entrant dans les thématiques du groupe RSLR). Afin de bénéficier de la synergie entre les travaux du LISTIC dans ces deux domaines, des actions sont menées dans la continuité du projet ANR EFIDIR qui a donné naissance aux "EFIDIR\_Tools" dont les briques de traitements sont dédiées à l'imagerie satellitaire ou la photogrammétrie, et les mécanismes de chaînage des traitements (« pipeline ») qui permettent leur distribution sur des centres de calculs. Ces développements se sont fait en collaboration avec le laboratoire ISTerre dans le cadre des défis CNRS MASTODONS (années 2013, 2014 et 2015) [ref-17].

Dans la même optique, des travaux ont été entrepris dans le domaine de la photogrammétrie, avec la mise en place d'un dispositif d'acquisitions automatiques de "time-lapse" stéréo installé à proximité du glacier d'Argentière [ref-18]. Nos travaux dans ce domaine portent à la fois sur l'aspect reconstruction stéréo/multi-view (thèse de Haixing-He, 2017) et sur la mesure du déplacement de glaciers dans les séries de couples stéréo acquis par ces appareils qui subissent d'importantes déformations en raison des conditions extrêmes (température variant de -20 à 40°, variation d'éclairage, neige...). Les travaux en cours abordent la problématique de la régularisation des champs de déplacement par inversion de séries temporelles dans le cadre de la thèse de Hela Hadhri financée par le projet ANR PHOENIX (2015-2019), [ACTI 17-11]. Ce sujet fait également l'objet de collaborations avec les laboratoires ISTerre et EDYTEM dans le cadre de l'ANR "Vitesse et Processus du Mont Blanc" (2015-2019) et d'une thèse CIFRE (Guilhem Marsy) avec la société Tenevia où l'objectif est d'aller vers un système opérationnel de surveillance des mouvements gravitaires.

#### 3.1.5. Références externes ou internes antérieures à 2016

[ref-1] Dutu L.-C., "Analyse de signaux vibrotactiles et modèles flous de la perception : application aux interfaces tactiles pour l'automobile et l'aéronautique", Traitement du signal et de l'image. Université Grenoble Alpes, 2015. <NNT : 2015GREAA002>

[ref-2] [Dubois 2014] D. Dubois, E. Lorini, H. Prade. Nonmonotonic desires - a possibility theory viewpoint. Procceding ECAI Int. Workshop on Defeasible and Ampliative Reasoning (DARe'14), Prague, Czech Republic, August 2014.

[ref-3] [Zadeh 19 84] L. Zadeh. Precisiation of meaning via translation into PRUF, in Vaina L., Hintikka J. (eds), Cognitive Constraints on Communication: Representations and Processes, Springer Netherlands, Dordrecht, 1984.

[ref-4] [Sidkar 2004] S. K. Sikdar, Sustainable development and sustainability metrics. AIChE Journal, 2004, 49(8), 1928-1932.

[ref-5] Evensen G., «The Ensemble Kalman Filter: theoretical formulation and practical implementation», Ocean Dynamics (2003) 53: 343. doi:10.1007/s10236-003-0036-9

[ref-6] Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., Deep connection between volcanic systems evidenced by sequential assimilation of geodetic data, Nature Scientific Reports, 2018, <a href="https://doi.org/10.1038/s41598-018-29811-x">https://doi.org/10.1038/s41598-018-29811-x</a>

[ref-7] Ammar MIAN, Guillaume GINOLHAC, Jean-Philippe OVARLEZ, Abdourrahmane M. ATTO, « New Robust Statistics for Change Detection in an Image Time Series of Multivariate SAR Images », IEEE TSP, à paraître, https://ieeexplore.ieee.org/document/8552453.

[ref-8] Julea A., Méger N., Rigotti C., Trouvé E., Jolivet R., Bolon P., «Efficient Spatiotemporal Mining of Satellite Image Time Series for Agricultural Monitoring», Transactions on Machine Learning and Data Mining, Vol. 5, N°1, pp. 23-44 (2012) http://www.ibai-publishing.org/journal/issue\_mldm/2012\_july/mldm\_5\_1\_23-44.pdf

[ref-9] Julea A., Méger N., Bolon P., Rigotti C., Doin M.P., Lasserre C., Trouvé E., Lazarescu V., «Unsupervised Spatiotemporal Mining of Satellite Image Time Series Using Grouped Frequent Sequential Patterns», IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 49, N°4, pp. 1417 - 1430 (2011), doi: 10.1109/TGRS.2010.2081372

[ref-10] Méger N., Rigotti C., Pothier C., "Swap Randomization of Bases of Sequences for Mining Satellite Image Time Series", European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases (ECML PKDD), Sep 2015, Porto, Portugal. pp.190-205, 2015, Lecture Notes in Computer Science volume 9285

[ref-11] W. Hu, Y. Huang, L. Wei, F. Zhang, and H. Li, "Deep convolutional neural networks for hyperspectral image classification", in Journal of Sensors, vol. 2015, Article ID 258619, https://doi.org/10.1155.2015/258619.

[ref-12] S. Lefèvre, L. Chapel, and F. Merciol, «Hyperspectral image classification from multiscale description with constrained connectivity and metric learning», in 6th International Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing. Lausanne, Switzerland, 2014.

[ref-13] Meriem Hafsi, Richard Dapoigny, Philippe Bolon: Toward a Type-Theoretical Approach for an Ontologically-Based Detection of Underground Networks. KSEM 2015: 90-101

[ref-14] Alloui I., Esale D., Vernier F., "Wise Objects for Calm Technology", 10th International Conference on Software Engineering and Applications (ICSOFT-EA 2015), Jul 2015, Colmar, France. SciTePress 2015, pp.468-471, 2015, ICSOFT-EA 2015. <10.5220/0005560104680471>

[ref-15] Yan Y., Dehecq A., Trouvé E., Mauris G., Gourmelen N., Vernier F., "Fusion of Remotely Sensed Displacement Measurements: Current status and challenges", *IEEE geoscience and remote sensing magazine*, IEEE, 2016, 4 (1), pp.6-25. <10.1109/MGRS.2016.2516278>

[ref-16] Dehecq A., Gourmelen N., Trouvé E., "Deriving large-scale glacier velocities from a complete satellite archive: Application to the Pamir- Karakoram-Himalaya", Remote Sensing of Environment, Elsevier, 2015, 162, pp.55-66

[ref-17] Volat M., Vernier F., Doin M.-P., Lasserre C., Trouvé E., Pathier E., "Improving the execution of workflows for SAR image analysis", Conference on Big Data from Space, Nov 2014, Frascati, Italy. 2014, Conference on Big Data from Space

[ref-18] Benoit L., Dehecq A., Pham H.T., Vernier F., Trouvé E., Moreau L., Martin O., Thom C., Deseilligny M.-P., Briole P., "Multi-method monitoring of Glacier d'Argentière dynamics", Annals of Glaciology, International Glaciological Society, 2015, 56 (70), pp.118-128

#### 3.2. Données chiffrées

# PRODUCTION DE CONNAISSANCES ET ACTIVITÉS CONCOURANT AU RAYONNEMENT ET À L'ATTRACTIVITÉ SCIENTIFIQUE DE L'UNITÉ

#### 3.2.1. Production scientifique

Nous présentons comme indicateurs de la production scientifique le nombre d'articles publiés dans des revues à comité de lecture (ACL), les chapitres d'ouvrages (OS), les communications avec actes dans des conférences avec comité de lecture d'audience internationale (ACTI) ou nationale (ACTN) et les autres communications orales sans actes (COM), à partir d'une extraction de HAL. La liste complète de cette production sur la période de 2016-2018 est fournie dans l'Annexe 1. Le tableau ci-dessous donne l'évolution de ces indicateurs sur les six dernières années. Les chiffres pour 2018 ont été établis au 30/11/2018 et ne représentent donc pas totalement la production 2018.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018*
ACL	24	21	15	13	10	17
OS	-	6	2	-	2	3
ACTI	33	37	33	28	33	25
ACTN	6	3	3	7	4	0
СОМ	11	9	8	12	11	14

Tab. 2 : Production scientifique 2013-2018 (\* au 30/11/2018)

Commentaire: Sur la période 2015-2017, le nombre d'articles dans des revues a sensiblement chuté par rapport à la période 2013-2014. Suite à des actions de la direction (motivation, sensibilisation, aide à la relecture de l'anglais), cette tendance semble s'inverser en 2018. Le nombre de publications dans des conférences internationales reste stable, le chiffre de 2018 étant provisoire, toutes les participations n'ayant pas encore été saisies sur HAL. Les autres indicateurs sont en trop petit nombre pour que leurs fluctuations aient un sens.

# 3.2.2. Organisation de colloques, journées ...

Sur la période 2016-2018, le LISTIC a organisé les évènements suivants :

#### 2018:

- 4<sup>ème</sup> workshop franco-japonais sur la cybersécurité
- La conférence TOTH sur la terminologie et les ontologies

#### 2017:

- La conférence <u>CIVEMSA</u>, conférence IEEE sur les thématiques intelligence computationelle, environnements virtuels, systèmes de mesure, interaction homme-machine
- La conférence TOTH sur la terminologie et les ontologies

#### 2016:

- La conférence <u>FOIS</u>, conférence, de rang A, sur les ontologies formelles dans les systèmes d'information
- La conférence TOTH sur la terminologie et ontologies

Commentaires : le LISTIC participe régulièrement à l'organisation de colloques (en moyenne deux par an). Si l'investissement nécessaire est important et coûteux, l'impact que ces évènements ont sur la notoriété du laboratoire et sur la diffusion de nos compétences est très positif. De plus, ils permettent un échange scientifique qui profite à tout le laboratoire.

Des membres du LISTIC ont également participé à l'organisation de journées scientifiques :

- 30/03/2018 : Journée scientifique « Deep Learning and Reinforcement Learning » (ARC6)
- 18/10/2018 : Journée scientifique « <u>Extraction d'attributs et apprentissage pour l'analyse des</u> images de télédétection » (GdR ISIS)
- 06/04/2018: Journée scientifique « <u>Apport de l'information sémantique pour la vision par</u> ordinateur » (GdR ISIS)
- 06/10/2017 : Journée scientifique « Séries d'images multi-temporelles à haute revisite» (GdR ISIS)
- 23/06/207: Journée scientifique « <u>Indexation (IRIM / TRECVid)</u> » (GdR ISIS en lien avec le GDR MaDICS)

#### 3.2.3. Produits et outils informatiques

Les activités scientifiques du LISTIC ont parfois amené au développement de logiciels ou de bases de données.

- <u>SITS-P2miner</u>: extraction et classement de motifs séquentiels fréquents groupés maximaux dans des séries temporelles d'images satellitaires (N. Méger, C. Rigotti, A. Julea, F. Lodge, Q. Chalabi, H. V. T. Nguyen, depuis janvier 2016);
- <u>SPATPAM</u> (une évolution de <u>DMT4SP</u>): extraction de motifs séquentiels fréquents groupés dans des séries temporelles d'images satellitaires (C. Rigotti, N. Méger, A. Julea, depuis juillet 2009);
- <u>EFIDIR Tools</u>: API proposant des outils de manipulation d'images radar dans un standard de développement commun (F. Vernier, Y. Yan, E. Trouvé, depuis 2010);
- <u>Sentence comparison</u>: Outil de comparaison de phrases (R. Dapoigny, J-C. Jouffre, P. Barlatier, depuis 2018);
- Simulateur de textures dynamiques, <u>Base de Textures multi-fractionnaires</u> (A. Atto, depuis 2016);
- Framework pour le développement d'Objets Intelligents (I. Aloui, F. Vernier, depuis 2016);

#### 3.2.4. Activités éditoriales

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

- E. Benoit :
  - o Comité de la revue Acta IMEKO
  - TC7 vice-chair de la section spéciale « Metrology across the Sciences: Wishful Thinking » of Measurement
- L. Berrah: Comité Information Systems, Web and Pervasive Computing (ISTE) depuis 02/2015
- R. Boukezzoula : Président du comité de programme LFA 2018
- R. Dapoigny : Comité éditorial de la Revue d'Intelligence Artificielle
- S. Galichet: Editorial board de Fuzzy Sets and Systems

#### E. Trouvé :

- Associate Editor du numéros spécial "Analysis of Multitemporal Data and Applications, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 9, no. 8, pp. 3356-3358, Aug. 2016
- o Participation au comité de programme (Session Organizer) d'IGARSS 2018
- o Membre du comité scientifique de la conférence CFPT 2018 et de l'atelier MDIS 2017

#### Direction de collections et de séries

• Ch. Roche: Collection Terminologica - Editions de l'Université Savoie Mont-Blanc

#### 3.2.5. Activités d'évaluation

#### Participation à des jurys de thèse

Les participations à des jurys de thèses sont données en Annexe 7. Pour la période considérée, elles sont au nombre de 42.

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

21 membres du LISTIC sont impliqués dans la relecture d'articles de revues, ce qui représente un total de presque 200 relectures. L'Annexe 2 donne le détail de ces relectures. De nombreux collègues sont également impliqués dans les comités d'évaluation de conférences (ces évaluations ne seront pas détaillées dans ce rapport).

#### Évaluation de projets de recherche

- L. Berrah (1): ANR
- K. Salamatian (25): EU FP7, EU COST, EU FET, ANR, NSF (USA), FNRS (Suisse), Croucher Fundation (Hong Kong), UN pulse
- E. Trouvé (1): membre du « Steering Committee » du projet MUZUBI (Centre Spatial de Liège) financement BELSPO (Belgique).
- H. Verjus: projet évalué pour les Fonds de recherche Nature et Technologies du Québec

# Évaluation de laboratoires

P. Lambert (1): Laboratoire LIT (Tours) pour le HCERES

#### Responsabilités au sein d'instances d'évaluation

G. Ginolhac : membre élu CNU 61

#### 3.2.6. Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou des acteurs socio-économiques

Ces contrats seront classés selon trois grandes catégories : les projets internationaux, les projets nationaux, et les projets impliquant des partenaires socio-économiques. Le détail de tous ces différents contrats est donné dans l'Annexe 3. Le diagramme ci-dessous (Fig. 5) donne une vue globale de l'ensemble de ces contrats.

Sur la période que couvre ce rapport d'activité, le LISTIC a été impliqué dans :

- 2 projets internationaux (en bleu sur la Fig. 5) dans lesquels le LISTIC est directement impliqué comme partenaire : le projet FP7 ATHENA et le projet H2020 GAINS. Un certain nombre de membres du LISTIC sont impliqués dans des projets internationaux (en blanc sur la Fig. 5) sans que le LISTIC soit partenaire de ces projets. Pour information, nous avons fait figurer le projet Interreg CIME, hors de la période couverte par ce rapprot, et qui a débuté en octobre 2018;
- 5 projets nationaux ANR, dont 2 où le LISTIC est porteur : VIP MONT BLANC, ReVeRIES, PHOENIX, Tai,bowFS, Margarita;
- Un certain nombre de projets impliquant des partenaires socio-économiques. On distinguera un projeur majeur (FUI G4M) et de nombreux projets en lien direct avec une entreprise. Dans ces contrats, nous distinguons le partenariat privilégié avec la société TOTAL et les contrats moins important (montant financier plus limité) correspondant généralement à des accompagnements de thèse ou à des prestations de service. Sur la période de ce rapport, il y a eu 8 contrats de ce type.

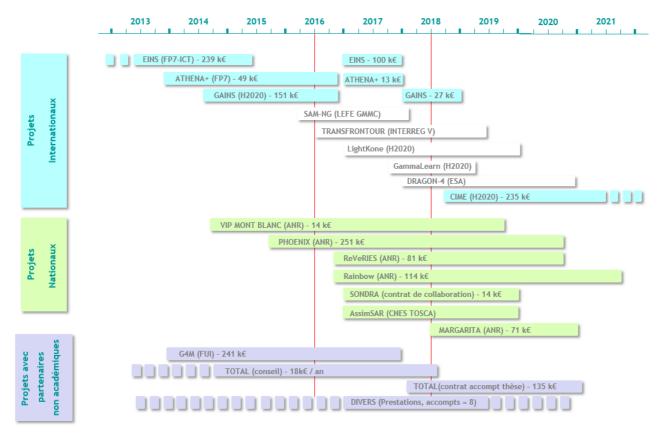


Fig. 5 : Vue globale de l'ensemble des projets

Commentaire: on peut noter une baisse des contrats internationaux dans lesquels le LISTIC est directement impliqué. En revanche, le nombre de projets ANR est bien en cohérence avec la taille du laboratoire. En ce qui concerne les projets avec des partenaires socio-économiques, on peut noter la multiplicité des « petits » contrats, souvent liés à des sollicitations directes par des entreprises locales.

#### 3.2.7. Post-doctorants et chercheurs accueillis

Les tableaux ci-dessous présentent les post-doctorants et les chercheurs accueillis sur la période considérée.

Nom	Période	Financement	
Rim Trabelsi	03/2018 - 02/2019	Projet ANR PHOENIX	
Siwar Jendoubi	12/2017 - 06/2019	Projet ANR ReVeRIES	

Tab. 3: Post-doctorants accueillis

Nom	Période	Etablissement	Financement	Publications liées
Salim Bettahar	08/12/2017 - 15/12/2017	Univ. d'Oran	Univ. d'Oran	[ACL 17-2]
Chokri Ben Amar	18/06/2018 - 02/07/2019	Univ. de Sfax	USMB	[ACL 18-3]

Tab. 4: Chercheurs accueillis

#### 3.2.8. Indices de reconnaissance

#### Prix et/ou Distinctions

K. Salamatian: Presidential Award of the Chinese academy of Science, 2018

A. Dehecq: Lauréat du prix de thèse de la ComUE UGA, nov. 2016

#### Responsabilités dans des sociétés savantes

S. Galichet: Trésorier Chapitre CIS IEEE France

G. Ginolhac: Membre du CA du GRETSI

#### Invitations à des colloques / congrès à l'étranger

A. Atto: EO Summit 2017 (Montréal, Canada) et Fusion 2018(Cambridge, Angleterre)

B. Benoit: invitation à la conférence IGRASS 2017

Ch. Roche: International Conference on Standardization of Language Resources and Translation and Interpreting Services, Hangzhou (China), 16-17 June, 2018

K. Salamatian: 8 invitations

#### Séjours dans des laboratoires étrangers

Ch. Roche: Université NOVA de Lisbonne (Portugal) - Université de Liaocheng (Chine) - 6 séjours.

P. Lambert: Université POLITEHNICA de Bucarest - 2 séjours en mai 2017 et mai 2018.

K. Salamatian: Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Science (Chine, 2018), Nippon Institute of Information and Communications Technology (Japon, 2017), Korean Advanced Institute of Science and Technology (Corée, 2016 et 2017), Woodrow Wilson School of Public Affairs (USA, Princeton University, 2017), MIT (Boston, USA, 2017).

# INTÉRACTION DE L'UNITÉ AVEC L'ENVIRONNEMENT NON ACADÉMIQUE, IMPACTS SUR L'ÉCONOMIE, LA SOCIÉTÉ, LA CULTURE, LA SANTÉ

# 3.2.9. Brevets, licences et déclarations d'invention

Aucun sur la période concernée.

3.2.10. Interactions avec les acteurs socio-économiques

Voir section 3.2.6

3.2.11. Activités d'expertise scientifique

#### Activités de consultant

A. Benoit: Participation à la formation au deep learning (Société Renault, 12/2017)

K. Salamatian: Rédaction de rapports (5) pour la direction des affaires stratégiques du ministère de la Défense, Audit de sécurité auprès d'entreprises.

#### Expertise juridique

N. Méger et S. Galichet : pour la société Pfeiffer / Adixen.

#### Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation

Des membres du LISTIC sont régulièrement sollicités par l'ANRT pour des évaluations de dossiers CIFRE. Sur la période concernée, une évaluation a été faite (P. Lambert).

3.2.12. Produits destinés au grand public

#### Émissions radio, TV, presse écrite

K. Salamatian a effectué des interventions sur la cyberstratégie et la cybersécurité dans des journaux (Libération, le Monde, des journaux allemands) et des émissions de radio (RFI, Radio Suisse Romande).

Produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, produits de médiation scientifique, débats science et société, etc.

En utilisant différents mécanismes, en particulier les stages de 3<sup>e</sup>, J-C. Jouffre a supervisé la réalisation de <u>9 vidéos</u> de quelques minutes :

- 2016 Stéphane Perrin : NAO, le robot commandé par l'internet des objets ;
- 2016 Alexandre Benoit : comprendre automatiquement une vidéo ;
- 2016 Amaury Dehecq : analyse de la dynamique des glaciers himalayens et alpins à partir de 40 ans de données d'observation de la terre ;
- 2017 Rizlène Raoui-Outach : lecture automatique d'un ticket de caisse ;
- 2017 : Meriem Hafsi et Quentin Hoarau : G4M, Géodétection Multi-Matériaux Multi-Métiers ;
- 2017 Rihab Ben Ameur : fusion multimodale pour la reconnaissance d'espèces d'arbres ;
- 2018 Haixing He: 3D displacement retrieval on glacial areas by airborne multi-view and virtual photogrammetry;
- 2018 Matthias Jauvin: mesure des déformations par imagerie satellitaire radar;
- 2018 Sébastien Monnet : big data, gestion des données dans le cloud.

K. Salamatian a effectué diverses interventions sur l'éthique des algorithmes, sur la cyberstratégie et la cybersecurité dans divers colloques non scientifiques ou dans des auditions parlementaires, au sénat et au Conseil National du Numérique.

E. Trouvé a participé à la première édition de Pint-of-Science à Annecy en mai 2018 avec un exposé-débat sur la mesure de l'évolution des glaciers depuis l'espace.

Enfin, le LISTIC participe tous les ans à la fête de la science. Cette participation se traduit par la présentation, adaptée au grand public, de travaux du laboratoire.

# IMPLICATION DE L'UNITÉ DANS LA FORMATION PAR LA RECHERCHE

#### 3.2.13. Produits des activités pédagogiques et didactiques

V. Clivillé: réalisation d'un MOOC sur l'Aide à la Décision Multicritère (Outil développé sur la plate-forme France Université Numérque, dans le cadre du projet ReFlexPro au sein de l'UGA en collaboration avec l'Université Rey Juan Carlos de Madrid. 1ère session de novembre 2017 à février 2018).

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

Parmi les articles de revues publiées sur la période 2016-2018, 63 % font apparaître parmi les auteurs un doctorant encadré ou co-encadré par un membre du LISTIC.

Sur les quatre doctorants qui ont soutenu leur thèse entre le 01/07/2016 et le 30/06/2018, trois d'entre eux font partie des auteurs d'une publication revue dans un journal international avec comité de lecture, ces publications s'appuyant sur les travaux de thèses.

### 3.2.15. Formation

Nombre de personnes Habilitées à Diriger des Recherches (HDR)

Parmi les membres du LISTIC, il y a 14 HdR (11 PR + 3 MCF)

#### Nombre d'HDR soutenues

Sur la période considérée, une seule HdR, celle de Reda BOUKEZZOULA, soutenue le 30/06/2016.

#### Doctorants (nombre total)

Le tableau ci-dessous (Tab. 5) donne le nombre de doctorants entrants sur les dernières années.

LISTIC ED-SISEO
Co-directions
Total

2014	2015	2016	2017	2018
7	4	3	6	1
4	3	6	0	0
11	7	9	6	1

Tab. 5 : Nombre de doctorants entrants

Les co-directions correspondent à des doctorants dits « externes », c'est-à-dire rattachés à d'autres laboratoires, et souvent d'autres écoles doctorales que l'ED SISEO, dont un membre du LISTIC est impliqué dans l'encadrement.

Sur la période du rapport, ce qui correspond à 10 doctorants inscrits à l'ED-SISEO entre 2016 et 2018, les sources de financement sont les suivantes :

Ministère	ANR	International	CIFRE	Entreprises
2	2	4	1	1

Tab. 6 Sources de financements des thèses (2016-2018)

Sur la période que couvre ce rapport, il y a eu 4 soutenances (voir Annexe 4) de doctorants LISTIC. Ce nombre, faible, est dû à des retards pris par certains doctorants qui soutiendront au 2<sup>e</sup> semestre 2018 (cinq soutenances sont prévues d'ici la fin 2018). La durée moyenne de ces thèses est de 43 mois. A ces soutenances, on peut ajouter 4 soutenances de doctorants « externes » au LISTIC.

Au 30/06/2018, le nombre de doctorants inscrits pour le LISTIC était de 22 (voir Annexe 5). A ces doctorants, on peut ajouter 7 doctorants « externes » au LISTIC (voir Annexe 6).

#### Stagiaires accueillis (M1, M2)

Chaque année, le LISTIC accueille des stagiaires. Le tableau ci-dessous (Tab. 7) présente les effectifs de stagiaires en fonction de leur niveau (DUT / Ingé. 2º année ou Master 1 / Ingé. 3º année ou Master 2).

	2016	2017	2018
DUT	5	6	5
Ingé. 2 <sup>e</sup> année ou Master 1	8	6	9
Ingé. 3e année ou Master 2	3	3	2
Total	16	15	16

Tab. 7: Stagiaires (2016-2018)

# Implication dans les Masters

Depuis la fermeture du Master ERSI (Energies Renouvelables et Systèmes Intelligents) en 2014, le LISTIC n'a actuellement plus de responsabilité directe dans des formations de type Master Recherche. Il est néanmoins partenaire dans trois Masters : le Master énergétique, thermique - parcours M1 M2 Energy and Solar Buildings, porté par Polytech Annecy-Chambéry/LOCIE, le Master Ingénierie des systèmes complexes - parcours M1 M2 Advanced Mechatronics, porté par Polytech Annecy-Chambéry/SYMME et enfin le Master SIGMA, Master TSI - Parcours Signal ImaGe processing Methods and Applications (SIGMA) porté par l'Université Grenoble Alpes.

# 4 - Analyse SWOT

#### **Points forts**

- Un bon équilibre et une bonne complémentarité entre sections 27 et 61 ;
- Quelques « noyaux » ayant une bonne reconnaissance au niveau national ou international;
- Une progression et une structuration scientifique du groupe RSLR avec l'arrivée d'un nouveau Pr. ;
- Une implication dans un nombre approprié de projets de différentes natures (régional, national (ANR, FUI) et international (Interreg);
- Des coopérations et implications actives au niveau régional (ARCs), national (GdR) et international ;
- Une bonne expérience dans les domaines d'application permettant un échange fructueux entre travaux amont et travaux méthodologiques ou applicatifs ;
- Un bon équilibre des ressources entre dotation, appels à projets et partenaires socio-économiques ;
- Une gouvernance structurée avec une direction centralisée (chargés de mission + animateurs de groupe) et un conseil de laboratoire mensuel.

#### Points à améliorer

- Un taux de publication en baisse, mais une reprise en 2018;
- Trop de non-publiants et un taux de publications par permanent hétérogène;
- Un manque de temps pour la recherche (forte charge en enseignement et responsabilités collectives), en particulier pour le montage de projet et la rédaction d'articles revue alors que la matière est présente ;
- Une certaine dispersion scientifique au sein des groupes ;
- Un réseau de recherche national/international faible pour certaines activités ;
- L'absence de visibilité des points forts permettant une identification claire du LISTIC ;
- Un nombre de doctorants limité par manque de financement et de vivier ;
- Une hétérogénéité croissante des effectifs de permanents actifs et de doctorants entre les groupes ;
- Une animation scientifique plus ou moins régulière selon les groupes ;
- Une faible implication dans les Masters recherche ;
- Des effectifs insuffisants en personnels ingénieurs, techniciens et administratifs.

#### Possibilités offertes par le contexte / l'environnement où se trouve le LISTIC

- Le rapprochement d'autres laboratoires de l'université dans le contexte du développement du numérique au sein de l'USMB (cf. collaboration LAPP, EDYTEM...);
- Des recrutements (renouvellement de départs en retraite) : 2 PR et 2 MCF à l'horizon 2020-2021 ;
- La participation à 2 projets d'EUR impliquant les travaux du LISTIC en informatique et traitement de l'information ;
- Une forte attente dans le domaine du "big data" et du "machine learning";
- La participation au projet MIAI (Multidisciplinary Institute for Artificial Intelligence) du pôle MSTIC.

#### Risques liés à ce contexte / cet environnement

- La perte d'efficacité dans les activités de recherche due à une implication importante des membres du laboratoire dans des formations nouvelles ;
- La diminution du nombre de "guichets" ouverts aux EA USMB pour le financement des projets et des thèses;
- La perte de masse critique ou de compétences liée aux départs en retraite ;
- L'affaiblissement de certains thèmes et démotivation de chercheurs en l'absence de thèse et de projet ;
- Une incertitude sur l'avenir de structures non UMR et de taille moyenne comme le LISTIC.

# 5 - Projet scientifique à cinq ans

En vue du prochain contrat quinquennal, le LISTIC a amorcé une réflexion sur ses orientations scientifiques à court et moyen termes. Plusieurs facteurs conduisent à redéfinir notre positionnement :

- d'une part les évolutions rapides des disciplines dans lesquelles nous travaillons, aussi bien dans le domaine du traitement de l'information que celui des systèmes informatiques, avec la montée en puissance de l'intelligence artificielle (data mining, apprentissage profond...), de la gestion distribuée des calculs et des masses de données issues de nombreux domaines (industriel, scientifique, réseaux sociaux...);
- d'autre part l'importance des enjeux environnementaux et sociétaux qui conditionnent bon nombre d'appels d'offres (ANR, H2020...) et qui sont sources de collaborations dans lesquelles le LISTIC apporte ses compétences méthodologiques ainsi que son expérience ;
- enfin la progression de nos forces liées à des recrutements ou à la notoriété croissante de certains travaux, ou bien leur diminution liée à des prises de responsabilités fortes dans nos structures ou des départs à venir (retraite...).

Compte tenu de ces évolutions, une démarche de type « bottom-up » a été entreprise à la rentrée 2018 et a fait émerger des noyaux de production scientifique sur la base desquels nous proposons de regrouper nos perspectives en quatre thèmes dont les appellations provisoires sont :

- T1 : Apprentissage à partir de données
- T2 : Systèmes distribués à grande échelle
- T3: Télédétection
- T4: Dynamiques numériques pour l'humain et la société

Les deux premiers thèmes sont au cœur de nos disciplines. Ils correspondent aux explorations liées au traitement de l'information et à l'informatique, de manière théorique et appliquée. Les deux derniers thèmes sont interdisciplinaires. Ils correspondent à des recherches dédiées à deux grands domaines, l'environnement et la société, avec des investigations particulières respectivement autour de l'observation de la Terre et autour du rôle de l'Homme dans l'évolution des systèmes et dans les organisations.

Les effectifs du LISTIC devraient rester stables dans les années à venir : plusieurs départs en retraite sont prévus, mais les charges en enseignement de l'IUT d'Annecy et de Polyetch Annecy-Chambéry devraient justifier le maintien des postes en  $27^{\text{ème}}$  ou  $61^{\text{ème}}$  section avec recherche au LISTIC. Nous prévoyons de continuer à fonctionner comme une seule équipe au sens de l'HCERES. Les quatre thèmes qui se mettent en place sont portés en moyenne par une dizaine de chercheurs, certains contribuant à plusieurs thèmes. Ces intersections traduisent l'hybridation naturelle entre des travaux plus génériques visés par les thèmes T1 et T2 et ceux plus spécifiques prévus par les thèmes T3 et T4. L'organisation de la vie du laboratoire s'appuyait jusqu'ici sur les trois groupes (CoDE, CIT et RSLR) dont l'activité a été décrite dans la partie bilan. Cette structuration est amenée à évoluer au cours de cette année transitoire et converger d'ici l'évaluation HCERES (2019-2010, vague A).

#### 5.1. Thème « Apprentissage à partir de données »

Permanents impliqués: A. Benoit, E. Benoit, R. Boukezzoula, V. Couturier, D. Coquin, R. Dapoigny, F. Deloule, S. Galichet, G. Ginolhac, P. Lambert, G. Mauris, N. Méger, S. Perrin, K. Salamatian, E. Trouvé

# 5.1.1. Problématiques et enjeux

Comme le souligne le rapport Villani [ref-19], l'intelligence artificielle est au cœur des transformations technologiques, scientifiques, économiques, sociétales et environnementales actuelles et à venir. Dans ce contexte, la modélisation des informations issues de capteurs, de bases de données ou d'experts à des fins de description, décision, prédiction et/ou prévision devient un enjeu incontournable. Ce thème est dédié à cet enjeu et rassemble des travaux méthodologiques s'appuyant sur la fouille de données, le deep learning, les ontologies, la géométrie différentielle, les statistiques, la théorie de l'information et plus généralement les théories de l'incertain.

Les méthodes développées au sein de ce thème permettront de répondre aux challenges méthodologiques suivants :

- C1 : prise en compte du volume et/ou de l'incertitude des données ;
- C2 : fusion de données et/ou modèles hétérogènes ;
- C3: interprétabilité de l'apprentissage (modèles appris, décisions prises, prévisions formulées).

Les challenges sociétaux, environnementaux et technologiques suivants seront également visés :

- la prévision d'événements dans un flot de données pour le pilotage de systèmes complexes : infrastructures informatiques, maison intelligente... (cf. thèmes 2 et 4),
- la comparaison sémantique de contenus tels que ceux du web,
- l'analyse de données de télédétection pour la surveillance d'espaces naturels (cf. thème 3),
- l'analyse de données d'astrophysique pour le développement de la cosmologie (cf. thème 3),
- l'intelligence ambiante pour l'aide au maintien des personnes âgées à domicile (cf. thème 4).

## 5.1.2. Objectifs scientifiques

Ce thème s'appuie sur les compétences du LISTIC en traitement de l'information, notamment en :

- théories de l'incertain : la maîtrise des différentes théories [ACL 18-5], [ACL 18-6] (probabilités, possibilités, fonctions de croyance, ensembles flous) sur lesquelles se spécialisent des équipes françaises (UMR IRIT, UMR IRISA, UMR HEUDIASYC, UMR LIP6, UMR LIRMM) ;
- fouille de données: l'extraction de motifs locaux avec pour applications l'analyse de séries temporelles d'images [ACL 18-13] et la prévision d'événements pour le pilotage de systèmes complexes [ref-20];
- **réseaux de neurones profonds :** la reconnaissance et la segmentation sémantique d'image multimédia [COM 17-8], satellitaire [ACL 18-3] et d'astrophysique ;
- analyse de graphes de terrain : la fouille de graphes [ref-30], le transport optimal avec des approches fondées sur la géométrie différentielle [ACL 16-1];
- représentation des connaissances :
  - mesure de la distance sémantique entre deux phrases par apprentissage non supervisé (word embedding), utilisation de dictionnaires de synonymes (DES), et raisonnement semi-automatique (logique propositionnelle) sur des ontologies représentant des corpus dédiés [ACTI 17-6].
  - o modélisation et gestion dynamiques de connaissances incomplètes et imparfaites (modélisées par les possibilités, les probabilités) par ontologies et identification de situations dans un contexte dynamique [ACTI 17-7], [ACTI 17-8].

Les directions scientifiques sur lesquelles s'orientent nos travaux correspondent à différentes approches développées dans le domaine de l'apprentissage et peuvent être reliées aux challenges (C1, C2 et C3) décrits ci-dessus.

- Théories de l'incertain (C1, C2). Nous envisageons de mobiliser nos compétences dans les théories de l'incertain, en particulier notre maîtrise des liens entre les différentes théories et des transformations de modèles associées, pour développer les représentations à base d'intervalles graduels. Ce choix constitue une approche unifiée des représentations dans l'incertain basée sur une extension ensembliste des représentations par intervalles. L'aspect opérationnel de la manipulation de quantités graduelles est apporté par une conception arithmétique des traitements qui trouve ses racines dans le calcul par intervalles. Dans ce contexte, nous proposons d'engager les travaux suivants :
  - o Propagation d'intervalles graduels à base d'une arithmétique appropriée : vision graduelle des arithmétiques d'intervalles étendus, des arithmétiques d'intervalles instanciés, prise en compte de contraintes d'instanciation et problèmes inverses.
  - Prise en compte des aspects temporels pour la prévision d'événements: description à base d'une logique temporelle, vision graduelle des relations temporelles entre intervalles éventuellement graduels.

A terme, ces travaux devraient permettre d'aboutir à la spécification de "réseaux graduels", par analogie aux réseaux bayésiens, exploitables dans des contextes incertains non conventionnels. Dans le domaine des modèles de deep learning, l'utilisation de "réseaux graduels" pourrait être une alternative aux propositions actuelles pour introduire les incertitudes de modèle et de données dans les prédictions.

Des travaux seront également entrepris pour combiner des données hétérogènes, incomplètes avec un espace de discernement pour lequel le nombre de classes est important.

• Motifs locaux (C1, C3). Cette perspective en fouille de données vise à prendre en compte les incertitudes des données spatiales et temporelles, en particulier lors de l'analyse dans des séries temporelles d'images. De premiers travaux sur des champs de déplacements obtenus par télédétection ont montré qu'une approche de type motifs locaux permettait d'éviter un simple seuillage du jeu de données et d'exploiter au mieux les données disponibles [ACL 18-14]. L'extraction de motifs pour l'analyse de séries temporelles d'images obtenues par télédétection est peu courante et elle est généralement tournée (UMR TETIS, UMR ICube) vers la réalisation de tâches de type classification (détection de changement, couverture des sols). Le LISTIC, en collaboration avec le LIRIS, a pour particularité de proposer une analyse s'appuyant sur l'interprétation directe des motifs obtenus, dans une perspective de découverte de connaissances. A cette fin, des contraintes permettant de réduire l'espace de recherche et de prendre en compte la nature des données (information spatiale, incertitude des données) sont développées et associées à des propositions méthodologiques à base de critères informationnels afin de guider l'utilisateur vers les motifs les plus prometteurs.

#### • Réseaux de neurones profonds :

- o Apprentissage non supervisé (C1, C3). Les méthodes actuelles « d'embedding » visent à créer une représentation latente des données permettant un clustering de haut niveau sémantique. Ces méthodes sont basées la plupart du temps sur des auto-encodeurs et le code latent (l'embedding) a été jusque-là difficile à interpréter même si les approches variationnelles ont permis certaines avancées [ref-29]. L'originalité des travaux envisagés consiste à créer des architectures complémentaires permettant une meilleure interprétation des codes.
- Apprentissage faiblement supervisé (C2, C3). Cette problématique peut être abordée sous plusieurs angles dont l'introduction de connaissance a priori dans les codes latents [ref-27]. Cette piste intéressante et originale consisterait à introduire des connaissances sur les phénomènes mis en jeu (ex : modèle de mer et phénomènes d'advection/diffusion [ref-28] dans une thèse financée par la société Total et modèle de diffusion de gerbe de particules dans une thèse en collaboration avec le Laboratoire Annécien de Physique des Particules (LAPP)). Une autre piste est l'alternance entre l'apprentissage supervisé et non supervisé. Une approche à explorer serait l'introduction d'une supervision utilisateur, peu fréquente dans la phase d'apprentissage (ex : détection d'anomalies dans le cadre de la thèse avec la société Total). L'apprentissage actif est alors une direction prometteuse.
- o Explicabilité des réseaux profonds (C3). Les prédictions données par un réseau sont souvent de bonne qualité. En revanche on montre facilement qu'il est aisé de mettre en défaut un réseau en modifiant de façon imperceptible les données d'entrée. Une explication des prédictions est possible par inversion du modèle de réseau de neurones. Cette tâche est néanmoins difficile et une solution consiste à revenir dans l'espace des données pour générer des cartes de chaleur (saillance) montrant les éléments ayant mené à la réponse. Une alternative pourrait consister à utiliser les techniques d'analyse et de fouille de graphes pour explorer les flux de données au travers du réseau.
- Analyse de grands graphes de terrain (C1, C3). Les données empiriques se présentent de plus en plus fréquemment, soit directement sous la forme de graphes, soit sous la forme de données faiblement couplées pouvant être simplement représentées sous forme de graphes. De nombreuses applications, allant de la biologie à l'étude des réseaux sociaux en passant par le traitement d'image ou de vidéo, génèrent ainsi des graphes de grandes tailles (plusieurs dizaines de milliers de nœuds) qu'il convient de caractériser, de décrire et d'interpréter [ref-21]. Il faut donc développer des méthodologies afin de filtrer ces graphes (suppression de composantes, liens ou nœuds, incertains qui ne sont pas pertinents et qui agissent comme un bruit), d'effectuer la fouille de ceux-ci, et d'extraire de l'information pertinente à l'application visée. Afin d'atteindre ces objectifs, notre activité vise à développer des représentations géométriques innovantes permettant de lier les propriétés des graphes à des propriétés géométriques ou topologiques de

manifold. Ces représentations sont issues de l'extension très récente des approches fondées sur la courbure en géométrie différentielle au cas des graphes et des structures discrètes.

Clustering de données à l'aide de statistiques robustes (C3). Les algorithmes de clustering de sous-espaces [ref-22], [ref-23] permettent de séparer des données appartenant à des sous-espaces algébriques différents. Ces algorithmes n'ont pas besoin de beaucoup de données d'apprentissage et surtout d'aucune donnée annotée. La plupart des algorithmes développés sont basés sur une statistique gaussienne pas toujours bien adaptée aux données hétérogènes (par exemple les images SAR Haute Résolution). Nous proposons donc d'étendre ces algorithmes à des statistiques non Gaussiennes. L'algorithme ainsi obtenu sera plus robuste à la statistique mais aussi aux données aberrantes. Néanmoins, il sera sûrement d'un coût calculatoire important et nous utiliserons des outils de la géométrie différentielle pour obtenir des algorithmes récursifs. Nous vérifierons que nos résultats atteignent une borne minimale qu'il faudra calculer en s'inspirant de [ref-26]. Cet objectif ne fait pas actuellement l'objet de travaux en France dont nous ayons connaissance. Il nécessitera des collaborations avec l'IMS (Université de Bordeaux) pour ce qui concerne la géométrie différentielle, le LSS (CentraleSupelec) pour les problématiques de statistiques robustes et le LEME (Université Paris Nanterre) pour le clustering. Il s'appuiera principalement sur un post-doc (financé par les ANR PHOENIX et MARGARITA) et une nouvelle thèse co-encadrée par le laboratoire SONDRA et le LISTIC. L'application sera liée au thème télédétection et plus particulièrement au clustering de données sur des séries temporelles, ce qui devrait permettre de séparer les différents types de changement.

#### Ontologies:

- Modélisation expressive d'ontologies par typage (C3). Le principe est ici d'enrichir le pouvoir d'expression des ontologies en définissant des relations complémentaires à la relation "Is-A" (par exemple "Part-Of") et de décliner ces relations en sous-relations plus fines lorsque cela est possible.
- Amélioration de la sémantique langagière (C2, C3). Cette amélioration est envisagée par l'adoption d'un raisonnement d'ordre supérieur permettant de manipuler, au sein d'une ontologie représentant un corpus dédié, des concepts instanciés par des mots. Ce raisonnement s'appuiera conjointement sur une ontologie expressive (raisonnement sur relations et sous-relations), l'utilisation d'un dictionnaire de synonymes et les résultats d'un apprentissage non supervisé.
- o *Intelligence ambiante (C1, C2, C3)*. Nous envisageons d'étendre nos contributions [ACTI 17-7], [ACTI 17-8] en intégrant la théorie de l'évidence pour gérer l'incertain dans les ontologies [ref-24], [ref-25].

#### 5.1.3. Mise en œuvre

La mise en œuvre de ces travaux s'effectuera sur différentes sources de données, notamment :

- l'imagerie satellitaire diffusée gratuitement, en direct, ou *via* Google Earth Engine (Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat...),
- les données d'astrophysiques liées au projet Cherenkov Telescope Array (CTA) dédié à l'observation des rayons gamma à haute énergie,
- les bâtiments intelligents, données obtenues grâce à la collaboration du LISTIC avec le LOCIE, dans le cadre de la fédération FRESBE notamment,
- les données du show-room sensible LISTIC/Polytech en cours de développement (par exemple canapés avec capteurs de présence...) et celles issues de la plateforme LISTIC pour l'IoT,
- les données de réseaux sociaux issues d'une plateforme de capture twitter à grande échelle (un million de tweets par jour) capturées en collaboration avec les observatoires du cyberarabophone, et du cyber-russe, ainsi que du DigiLab tous rattaché au MINDEF; les données de topologies Internet issues de l'observatoire de BGP (Border Gateway Protocol) que nous avons développé; les données relatives à la cybersécurité (honeypots, DNS...) obtenues par le biais de notre partenariat avec l'académie des sciences en Chine,
- des corpus et dictionnaires des synonymes (DES, Université de Caen).

Nous nous appuierons pour cela sur des infrastructures de stockage (NAS, répertoire réseau, Google Earth Engine, plateforme LISTIC bâtiment intelligent (MongoDB/Python) ) et de calcul : grille de calcul MUST,

Google Earth Engine, serveurs (CPU & GPU) dédiés LISTIC, lame de calcul à 80 cœurs dédiée LISTIC, future plateforme GPU de l'IDRIS.

Les moyens nécessaires aux développements de ces perspectives proviennent de plusieurs projets en cours ou à venir, notamment les projets ANR PHOENIX (2016-2019), ReVeRIES (2016-2019) et MARGARITA (2017-2021), le projet H2020 GammaLearn (thèse co-encadrée avec le LAPP) et un projet industriel avec Total. Les travaux en fouille de données s'appuient sur des collaborations actuelles et futures, notamment avec les UMR TETIS, LIRIS et ISTerre (USMB/UGA), et les sociétés UBER et Bluecham SAS. Un projet CNES « SARTDEEP » est actuellement sur liste d'attente pour un possible financement. Les projets européens GAINS, ainsi que le projet ANR pFlower nous ont permis d'avoir des moyens dédiés en partie à l'apprentissage sur les données réseau.

# 5.2. Thème « Systèmes distribués à grande échelle »

Permanents impliqués: I. Alloui, V. Couturier, S. Monnet, F. Pourraz, K. Salamatian, H. Verjus, F. Vernier

#### 5.2.1. Problématiques et enjeux

Ce thème concerne les systèmes distribués au sens large. L'émergence des réseaux informatiques et de l'Internet en particulier a abouti à une décentralisation complète du traitement de l'information. Nous parlons aujourd'hui régulièrement d'informatique en nuage (cloud/fog computing), de calculs distribués, de parallélisme à différents niveaux de granularité... Ainsi, une part croissante de l'informatique actuelle est par essence distribuée. Cette tendance est amplifiée par l'augmentation massive des volumes d'information à traiter ainsi que par la croissance de besoins de puissance de calcul qui sont en particulier motivés par l'intelligence artificielle.

Néanmoins, cette distribution ne se fait pas sans difficultés et de nombreuses problématiques scientifiques et techniques sont liées aux défis de traitement à relever.

Les principales problématiques peuvent se regrouper de la manière suivante :

- Les problématiques de système (virtualisation, ordonnancement, allocation de ressources...).
- Les problématiques de réseau (nouvelles architectures, haut débit, analyse...).
- Les problématiques liées à l'algorithmique distribuée (indexation, localisation, placement, tolérance aux fautes...).
- Les problématiques liées au génie logiciel réparti (middleware adaptatif, objets logiciels sages, architectures orientées services ou microservices...).

Les challenges auxquels nous proposons de faire face sont au sein de ce thème sont :

- C1 Le passage à l'échelle et la performance des systèmes de stockage, de calculs distribués et de traitement de paquets.
- C2 Les réseaux du futur qui devront transférer un volume de données en croissance perpétuelle.
- C3 La fiabilité et la résilience des systèmes distribués, en termes de tolérance aux fautes et de haute disponibilité, ainsi qu'en termes de cybersécurité,
- C4 La convergence entre les problématiques réseau, système et traitement de l'information qui est au cœur de la conception des clouds de demain.

#### 5.2.2. Objectifs scientifiques

Notre activité dans certains de ces domaines a une forte visibilité nationale et internationale et les applications sont nombreuses.

Nous avons à la fois une expertise :

 dans le domaine des réseaux, en particulier sur la virtualisation de fonctionnalités réseau et de SDN [ACTI 17-33], [ref-31], de l'algorithmique réseau [ACL 17-4], la métrologie des réseaux [ACL 16-9], sur la conception de systèmes de cybersécurité [ACL 17-9], [ACTI 16-28], et sur les nouvelles architectures de réseaux [ACL 16-12], [ACTI 18-13];

- dans le domaine des systèmes et systèmes distribués, en particulier autour de la virtualisation, avec des travaux autour des machines virtuelles et autour des containers [ref-32], [ref-33] et du stockage de données à grande échelle (réplication, placement, cohérence) [ref-34], [ACL 17-7], [ref-35];
- dans la conception de systèmes logiciels répartis, en particulier avec la proposition de la notion d'objets sages [ref-36].

Nous nous intéresserons particulièrement à six objectifs scientifiques.

• Etude et réalisation de systèmes de calcul distribués haute performance dédiés à l'apprentissage (C1). Nous avons la chance d'avoir des collègues spécialistes des techniques d'apprentissage dans le laboratoire. D'un point de vue système distribué, leurs travaux représentent un cadre applicatif difficile et stimulant. En effet, cette classe d'application requiert une grande puissance de calcul qui peut/doit être répartie. Avec l'avènement des assistants numériques, l'intelligence se veut ambiante. Il devient alors nécessaire de répartir les calculs entre les périphériques de bordure de réseau (IA embarquée) et les centres de calculs dédiés (clouds/plateforme HPC). Par ailleurs, ces applications manipulent par nature de grandes masses de données. La répartition des données, les protocoles de cohérence utilisés pour les maintenir, la colocalisation calculs/données et la gestion des enchaînements de calculs et des flots de données (les sorties de certaines tâches sont les entrées d'autres tâches) sont critiques pour la performance de ces applications.

Nous visons à la fois des architectures de type cloud et des architectures plus distribuées allant des services ou microservices clouds aux objets connectés (fog computing).

- Conception d'architectures réseau performantes pour l'Internet du futur, de systèmes et d'algorithmes pour le traitement haute performance de paquets (C2, C4). Les systèmes informatiques du futur doivent traiter des volumes de données en croissance. Il convient donc de développer des architectures et une algorithmique capable de transporter ces masses de données. On peut observer actuellement une convergence forte entre les problématiques de système, de réseau et de traitement de données. Cette convergence est rendue nécessaire par les besoins de flexibilité et de performance des nouveaux systèmes. En particulier la transition vers des architectures multi-coeurs, ainsi que l'hétérogénéité croissante des plateformes de traitements de paquets et, plus généralement, de données (architecture hybride contenant des FPGA, des TCAMs, des switches réseaux, des GPUs en plus de composants classiques de systèmes informatiques) sont des éléments qu'il faut prendre en compte. Ceci nécessite une collaboration approfondie entre des communautés qui se sont développées parfois en concurrence. Un des atouts de notre activité au LISTIC est qu'elle peut s'appuyer sur la présence d'une forte activité de recherche dans toutes les dimensions précédentes.
- Conception de systèmes fiables, point de vue cyber-sécurité et haute disponibilité (C3). Nous sommes de plus en plus dépendants des systèmes informatiques. C'est vrai sur le plan individuel (assistant personnel, navigation assistée par GPS...) mais surtout à un niveau plus global (système de gestion des trains/avions, économie/finance mondiale...) et cela va se développer dans le futur, notamment avec l'arrivée des véhicules autonomes.
  - Dans ce contexte, les systèmes informatiques (distribués par nature) se doivent d'être fiables, et toujours disponibles. Nous avons déjà de nombreux travaux aussi bien autour de la gestion de la tolérance aux fautes et de la disponibilité [ref-35], [ref-37] qu'autour des problèmes de cybersécurité [ACL 17-9], [ACTI 16-28]. Nous avons en particulier développé une expertise forte en détection d'anomalies et d'attaques. Nos travaux récents nous ont permis la mise en place d'un observatoire de BGP qui évalue en temps réel la stabilité de l'Internet et détecte les changements à grande échelle et les attaques de grande ampleur. L'ensemble de ces compétences doit être réuni afin de concevoir des approches permettant de rendre les systèmes fiables.
- Cloud / fog computing de demain (C4). Les ressources utilisées sont de plus en plus virtuelles. La virtualisation des systèmes et des réseaux permet une grande souplesse. Il n'est plus nécessaire d'opérer un cluster de machines surdimensionné, il suffit de louer des machines accessibles par le réseau en fonction des besoins, avec le plus souvent une facturation "à l'utilisation".
  - Cela permet une mutualisation des ressources matérielles, tous les utilisateurs n'ayant pas leurs besoins de manière simultanée. Si une machine virtuelle a besoin temporairement de plus de puissance, elle peut être migrée sur une machine physique plus puissante, ou être répliquée sur

plusieurs machines physiques afin de répartir le service en équilibrant la charge entre les réplicas lorsque cela est possible.

Cependant, la virtualisation a un coup en performance et les approches utilisées évoluent très vite (par exemple, la technologie des machines virtuelles laisse progressivement de la place à des solutions plus souples comme les conteneurs). Nous voulons nous pencher sur les problèmes de performance logicielle liés à la virtualisation, et explorer les nombreuses pistes/les nombreux problèmes que cette technologie ouvre.

Ces travaux se situent à la frontière des réseaux (les machines virtuelles sont interconnectées *via* des réseaux, et les réseaux eux-mêmes utilisent la virtualisation) et les systèmes (les systèmes hôtes exécutent des hyperviseurs permettant l'exécution de multiples systèmes invités - les machines virtuelles / les conteneurs).

- Développement d'outils et de méthodologies de mesure et d'évaluation de performances pour les systèmes distribués. L'évaluation des systèmes distribués à grande échelle est un challenge en soi (orthogonal aux autres). En effet, l'aspect "grande échelle" nécessite souvent d'avoir accès à des plateformes à grande échelle (même si des outils de simulation/émulation peuvent dans certains cas s'avérer suffisants). Mais au-delà de l'aspect matériel, il est également complexe d'injecter le comportement d'applications particulières ou de simuler l'interaction de milliers d'utilisateurs. De plus, le comportement des utilisateurs peut varier en fonction du comportement du système lui-même. Cela limite le réalisme d'utilisation de traces d'exécution pré-enregistrées.
  - En particulier, la métrologie de l'Internet est un de nos domaines d'expertise (et de forte visibilité internationale) [ACL 16-9], [ACTI 18-22]. Dans cette thématique notre activité a principalement porté ces dernières années sur des méthodologies d'analyse de l'économie des réseaux [ACTI 16-25], [ACTI 18-22] ainsi que sur l'analyse de relations faibles dans les réseaux sociaux, et sur la détection d'anomalies dans les grands graphes. Ces thématiques sont toutes d'actualité, et notre partenariat avec l'académie des sciences de Chine nous permet d'accéder à des données très rares. Il est donc prévu que nous développions cet axe.
- Conception d'architectures distribuées de gestion et manipulation de la connaissance sur l'utilisation de systèmes informatisés. Notre but est de permettre l'acquisition d'informations, de connaissances, sur le fonctionnement interne de systèmes informatiques et l'expérimentation de différentes méthodes d'interprétation et d'extraction d'un savoir de plus haut niveau, afin de les comparer et rendre, à terme, le système autonome et capable de prendre des décisions comportementales en fonction de son utilisation.

#### 5.2.3. Mise en œuvre

La mise en œuvre de ces perspectives nécessite d'avoir accès à des données. En effet, les systèmes distribués à grande échelle ont pour but d'offrir un espace de stockage et des facilités de calcul à des applications réparties. Les approches à mettre en œuvre sont entièrement dépendantes des besoins et du comportement de ces applications, elles doivent être adaptées. Nous nous proposons d'utiliser les méthodes et applications développées dans les autres thèmes (notamment en deep learning, en télédétection et pour l'IoT) comme cadres applicatifs pour nos recherches. Nous avons déjà quelques travaux dans cette direction [ACTI 17-12]. Nous sommes également à proximité du LAPP (Laboratoire d'Annecy de Physique des Particules) qui se trouve être un excellent pourvoyeur de problèmes impliquant de grandes masses de données (LHC, téléscopes...). Nous utiliserons bien sûr également des données provenant d'autres sources comme les réseaux sociaux mondiaux (Facebook, Twitter and co.).

En plus des données applicatives, les études menées dans ce thème nécessitent d'avoir un accès à des plateformes de calcul distribuées afin de pouvoir expérimenter et évaluer les approches proposées. Localement, la plateforme MUST peut être utilisée. Nous construisons également une plateforme de test interne au LISTIC, qui pourra être utilisée pour les développements et qui aura l'avantage d'être utilisée aussi bien par les chercheurs construisant des systèmes distribués (thème 2) que par ceux les utilisant (thèmes 1, 3 et 4). De plus, par le biais de nos collaborations (notamment avec l'INRIA et *via* certains projets ANR), nous avons accès à d'autres plateformes de grande envergure (Grid'5000, Amazon, Azure...) permettant ainsi des validations à grande échelle. De plus, notre coopération avec l'académie des sciences de Chine, nous permet d'avoir un accès stratégique à des plateformes adhoc permettant ainsi d'expérimenter rapidement les systèmes que nous développons.

Ces travaux s'appuieront sur plusieurs projets en cours ou futurs, notamment les projets européens GAINS (2013- 16), EINS (2011-2015), ANR pFlower (2012-2015), Interreg Transfrontour (2016-2019) et CIME (2018-

2021), le projet ANR RainbowFS (2016-2020) et les AAP USMB Comda et McWO. Ils font actuellement l'objet des thèses suivantes :

- Etienne Mauffret (« Gestion de données distribuées à grande échelle -- placement, indexation, cohérence modulaire et tolérance aux fautes »).
- Damien Carver (« Consolidation avancée pour containers dynamiques »)
- Ali Marandi (« Routage et distribution dans les réseaux NDN mobiles ») codirigé avec l'université de Berne
- Xinyi Ye (« Approche d'IA dans le traitement haut débit de paquets ») co-tutelle avec l'académie des sciences en Chine (inscription en janvier 2019)
- Ye Yang (« Sécurisation de Open vSwitch ») co-directed with Chinese academy of Science

#### 5.3. Thème « Télédétection »

Permanents impliqués : A. Atto, A. Benoit, Ph. Bolon, Y. Dumond, G. Ginolhac, P. Lambert, N. Méger, E. Trouvé, Y. Yan

#### 5.3.1. Problématiques et enjeux

La télédétection est un domaine interdisciplinaire qui va de l'instrumentation pour l'acquisition des données (ondes, capteurs, physique du signal...) aux géosciences (géophysique, glaciologie...) pour les phénomènes observés, en passant par la science des données pour le développement des méthodes et des moyens de calculs nécessaires au traitement des masses de données colossales issues notamment de l'imagerie satellitaire. Suite aux lancements successifs de satellites optiques depuis les années 1970 et radar depuis les années 1990, grâce à la répétitivité et la très grande couverture spatiale des données, la télédétection spatiale est devenue un outil puissant et prédominant pour l'observation de la Terre. En particulier, les images radar sont une source d'informations régulière qui permet d'observer par tout temps des phénomènes naturels (glissements de terrain, volcans, séismes...) ou d'origine anthropique (croissance urbaine, mouvement de véhicules...). Les difficultés de traitement liées à la nature de ces données complexes multi-variées nécessitent des collaborations étroites entre la communauté du traitement du signal et des images et celles des domaines d'application.

Depuis les années 2010, une politique de mise à disposition gratuite des images satellitaires se met en place, avec d'une part l'accès aux archives des agences spatiales qui fournissent plus de 40 années d'observation des évolutions de la Terre, et d'autre part de nouvelles missions telles que les satellites « Sentinel » lancés par l'ESA (European Space Agency) dont les images permettent le développement d'applications de surveillance opérationnelle. Ainsi les satellites radar Sentinel-1 lancés en 2014 et 2016, qui couvrent l'Europe tous les 6 jours sous deux angles de visée, fournissent aux scientifiques et aux industriels de nouvelles opportunités pour diverses applications, dont la détection de changements et la mesure du déplacement de surface. Le développement de méthodes de traitement dédiées aux séries temporelles d'images satellitaires et leur mise en œuvre à une échelle régionale voire mondiale sont des enjeux majeurs pour le suivi des phénomènes naturels. La fonte des glaciers liée au réchauffement climatique et sa contribution à la hausse du niveau des mers peut par exemple être quantifiée plus précisément grâce à l'analyse des archives du satellite Landsat [ACL 18-10]. A une échelle de temps plus courte, l'imagerie radar permet de mesurer les déformations du sol liées à l'activité sismique ou aux grands chantiers de génie civil. De nombreux sites devraient faire l'objet d'un suivi régulier mais se heurtent au volume des données à traiter et aux limitations des méthodes actuelles pour atteindre de façon automatique une précision suffisante.

Ce thème rassemble des travaux menés sur ces problématiques. Même si les approches sont différentes, tous les chercheurs impliqués appliquent une partie de leur méthode dans trois directions principales :

- la mesure de déplacement par interférométrie radar ou par photographie terrestre,
- la détection de changement dans les images optiques ou radar,
- l'extraction d'évolutions temporelles dans les séries d'images ou de mesures issues de la télédétection.

Plus particulièrement, la plupart de ces chercheurs sont fortement investis dans l'analyse de séries temporelles d'images satellitaires ou d'appareils photo automatiques (time-lapse stéréoscopiques) pour les géosciences (suivi d'espaces naturels, surveillance de mouvements gravitaires, étude de la déformation de la croûte terrestre...). Ces séries temporelles présentent plusieurs challenges importants.

- C1: la prise en compte des propriétés spatiales (texture, cibles...) et des propriétés physiques des signaux comme la polarimétrie, la diversité angulaire...
- C2: l'exploitation de l'axe « temporel » pour extraire une information inaccessible par simple comparaison « bi-date ». Les approches développées dans le thème « Apprentissage » nécessitent généralement des développements complémentaires pour s'appliquer aux données de télédétection. D'autres approches plus spécifiques doivent être élaborées pour suivre et modéliser des phénomènes dynamiques observés par imagerie satellitaire.
- C3: la grande quantité de données dans le domaine temporel et le besoin de traitements massifs pour mesurer des changements globaux, qui obligent à réfléchir au coût calculatoire des méthodes. La problématique de la répartition des traitements et de la gestion du flot de données sont susceptibles d'ouvrir des perspectives en lien avec les travaux du thème « Systèmes distribués à grande échelle ».

#### 5.3.2. Objectifs scientifiques

Le LISTIC travaille sur les méthodes de traitement des images de télédétection depuis sa création, notamment l'analyse des séries temporelles de données radar, haute résolution, polarimétriques ou interférométriques, avec un domaine d'application privilégié : la cryosphère et en particulier l'observation des glaciers Alpins. Ce thème s'appuie sur les compétences issues de plusieurs projets ANR dont le LISTIC était porteur : EFIDIR², PHOENIX, MARGARITA (cf. Annexe 3) ou partenaire : FOSTER³, VIP-Mont-Blanc. Seuls quelques laboratoires en France développent aujourd'hui des méthodes autour de l'imagerie radar. Par rapport aux activités menées à l'IETR (Rennes) en 61-63ème sections et GIPSA-lab (61ème), le LISTIC se distingue par ses approches qui couplent les aspects traitement de signal (61ème) et masse de données (27ème). Il collabore avec l'ONERA et Télécom Paris, notamment en interférométrie, mais se positionne plus sur les applications en milieux naturels que sur l'urbain et a développé depuis le début un axe spécifique autour du multi-temporel.

Les objectifs scientifiques du thème concernent d'une part l'analyse des séries temporelles, et d'autre part les problématiques d'inversions. Sur les séries temporelles, nous proposons de travailler sur différentes approches décrites ci-dessous.

- Détection de changements par clustering de données non annotées (C1, C3). Le clustering de données non annotées est un des challenges actuels de l'apprentissage profond. Les travaux de fin de thèse d'Amina BEN HAMIDA portent sur ce thème pour la génération non supervisée de cartes d'occupation des sols à partir d'images multispectrales Sentinel. Dans ce cadre, des architectures de type "autoencodeuses" génératives (Autoencodeur variationnels et Architectures Génératives Adverses GAN) sont développées dans le but d'apprendre une représentation latente de l'information, de haut niveau sémantique, permettant de réaliser un clustering. L'extension naturelle de ces travaux se fera sur la dimension temporelle pour le clustering de séquences spatio-temporelles pour la détection robuste de changements. Ce sujet est l'objectif du projet développé avec le laboratoire SONDRA planifié pour 2019.
- Interférométrie radar (C1, C2). Trois pistes autour de l'estimation de la matrice de covariance temporelle ou spatio-temporelle sont envisagées.

La première piste concerne la combinaison de mesures de déplacement issues de l'interférométrie radar et celles issues de la corrélation d'amplitude par les méthodes EOF (Empirical Orthogonal Functions). Dans le cas des glaciers Alpins dont les surfaces sont souvent lisses et changent rapidement, ces deux sources de mesures ne sont utilisables qu'à certaines périodes de l'année et sur des zones limitées. L'idée est d'exploiter leur complémentarité spatiale et temporelle pour construire une série annuelle de champs de déplacement en appliquant une méthode EOF pour filtrer et homogénéiser des séries temporelles hétérogènes de mesures.

La seconde piste porte sur l'intégration au fil de l'eau de nouvelles données. Avec l'arrivée de grands volumes de données satellitaires en continu, l'intégration au fur et à mesure de nouvelles données nécessite d'adapter nos méthodes et manières de travailler. Pour réaliser une intégration quasi temps réel, la décorrélation temporelle du phénomène observé joue un rôle très important.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> **EFIDIR**: Extraction et Fusion d'Informations pour la mesure de Déplacements par Imagerie Radar, projet ANR Masse de Données et Connaissances 2008-2012, <a href="http://www.efidir.fr">http://www.efidir.fr</a>

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> **FOSTER** : FOuille de données Spatio-Temporelles: application à la compréhension et à la surveillance de l'Erosion, projet ANR Conception et Simulation 2011-2013, <a href="http://foster.univ-nc.nc/">http://foster.univ-nc.nc/</a>

Cette information peut être estimée à partir de la covariance temporelle des données. Avec cette information, la relation entre les données existantes et les nouvelles données peut être déterminée afin d'optimiser leur intégration.

La troisième piste se concentre sur l'estimation robuste de la matrice de covariance interférométrique qui joue un rôle important dans l'exploitation des séries temporelles. A l'heure actuelle, quasiment toutes les études font l'hypothèse rarement justifiée d'un bruit gaussien sur les données interférométriques. Le développement d'estimateurs robustes de la covariance interférométrique permettra d'améliorer la précision de l'estimation de mesure de déplacement.

Analyse de séries temporelles d'images satellite (STIS) par data mining (C2). Dans le cadre du recrutement d'un post-doc sur l'ANR PHOENIX et d'un projet soumis à l'appel à projet du CNES 2019 en collaboration avec l'UMR TETIS et la Maison de la Télédétection, nous envisageons de travailler sur l'analyse de grandes séries temporelles à l'aide de techniques non supervisées de type deep learning. La revue détaillée des travaux sur le deep learning en télédétection produite dans [ref-41]) mentionne en effet explicitement l'analyse de STIS comme étant une question ouverte pour les techniques de deep learning. Notre objectif est le développement d'architectures dédiées et l'explicitation des représentations découvertes.

Tout comme pour le projet de détection de changements par clustering, des architectures de type autoencodeuses génératives (Autoencodeur variationnels et Architectures Génératives Adverses - GAN) sont envisagées. En ce qui concerne l'interprétabilité, il s'agit d'un verrou identifié comme le problème de la boîte noire exprimé par exemple dans [ref-40]. Pour ce faire, nous souhaitons mettre en correspondance les représentations extraites avec des motifs locaux tels que définis dans [ref-38] et des ondelettes. Les correspondances seront extraites de façon automatique à l'aide de techniques de redescription mining qui ont par exemple montré leur intérêt pour la qualification de données géospatiales ainsi qu'en témoignent les travaux de [ref-39]. Cette approche empirique se différencie des approches actuelles visant à expliquer les réseaux à travers une modélisation mathématique et nécessite des compétences difficiles à réunir au sein d'un même groupe de travail, compétences actuellement présentes en totalité au sein du LISTIC.

Une autre partie des travaux de ce thème concerne des problématiques d'inversion.

- Inversion en astrophysique (C1, C3). L'inversion est le thème principal de la thèse de Mikael Jacquemont (domaine de l'astrophysique, thèse en co-encadrement avec le LAPP, projet H2020 CTA). Le but est la reconstruction, par des approches de type Deep Learning, des paramètres de gerbes de rayons gamma. L'inversion est également au cœur des travaux sur les méthodes de « Dehazing » engagés récemment qui visent à inverser le modèle de Koshmieder pour séparer la contribution de l'image « propre/sans brume » et les phénomènes de transmission liés à la brume et à la distance à la caméra. Enfin, des travaux prospectifs sur l'inversion des réseaux de neurones sont menés en s'inspirant de récents travaux interprétant les réseaux comme des fonctions splines interprétables [ref-42].
- Assimilation de données, applications en surveillance (C1). Dans le cadre de la thèse de Mary Grace Bato, des séries temporelles de mesures GPS ont été essentiellement assimilées dans un modèle volcanique. Dans le cadre du projet TOSCA AssimSAR (2018-2019), des mesures de déplacement interférométriques qui ont une étendue spatiale importante seront assimilées afin de continuer à améliorer les résultats obtenus précédemment. De plus, l'assimilation de données sera utilisée conjointement avec une méthode d'inversion classique MCMC (Monte Carlo Markov Chain) afin de mieux contraindre les paramètres du modèle.
  - D'autre part, un modèle d'écoulement de glacier, Elmer Ice, a été pris en main dans le cadre de la thèse d'Alexandre Hippert en collaboration avec les experts de l'IGE (Institut des Géosciences de l'Environnement de Grenoble). L'assimilation de données sera appliquée à la surveillance d'écoulement des glaciers Alpins en combinant le modèle Elmer Ice et des mesures de déplacement issues de l'interférométrie et de la corrélation d'amplitude d'images SAR.
- Optimisation des techniques de simulation de feux de forêts (C1). Nous avons pour objectif d'améliorer les algorithmes de simulation de feux de forêts développés antérieurement. Ainsi, dans le cadre d'un partenariat avec le Laboratoire de Mathématiques de l'USMB, nous avons mis en évidence un mode de calcul susceptible de garantir une propriété d'optimalité aux trajectoires de propagation calculées. Le défi à relever consiste alors à élaborer un ou plusieurs algorithmes exploitant au mieux ce mode de calcul. En particulier, il conviendra de gérer les problèmes de

causalité engendrés par les intersections entre les trajectoires ainsi que ceux relatifs à la divergence de ces mêmes trajectoires.

#### 5.3.3. Mise en œuvre

Les travaux prévus dans ce thème s'effectueront sur des données satellitaires radar (Sentinel-1), optique (Sentinel-2, Landsat-8 et antérieurs) qui permettent d'obtenir gratuitement des séries temporelles de plus en plus longues, ainsi que sur des données aéroportées fournies par l'ONERA et des données proximales (appareils photo automatiques) acquises notamment sur le site test Chamonix Mont-Blanc.

Après des phases de développements sur nos propres machines, les moyens de calculs nécessaires au passage à l'échelle sont soit la grille de calcul MUST de l'USMB, soit la plateforme Google Earth Engine qui a l'avantage de fournir également les données, à l'exception des images radar SLC (Single Look Complex) nécessaire à l'interférométrie et la polarimétrie. Au niveau logiciel, ces travaux continueront à exploiter les EFIDIR-tools maintenus par le laboratoire et à s'appuyer sur les outils gratuits de l'ESA (Sentinel-Toolox) ou le logiciel Gamma, dans le cadre de collaborations industrielles.

Ces perspectives s'appuient sur plusieurs projets en cours, notamment les projets ANR PHOENIX (2016-2019) et MARGARITA (2017-2021) et des projets soumis en 2018 tels que le projet région « Pack Ambition » SOMTORA (Vers une Surveillance Opérationnelle de Mouvement de Terrain en Auvergne-Rhône-Alpes) et le projet AAP CNES SARTDEEP (actuellement sur liste d'attente pour un possible financement).

Ces travaux sont source de collaborations au niveau académique, avec des laboratoires dans nos disciplines (GIPSA-lab, le LIRIS, Télécom Paris, le DEMR et le DTIM à l'ONERA ainsi que le laboratoire franco-singapourien SONDRA) et avec des laboratoires de géosciences (EDYTEM et ISterre) et de physique des particules (LAPP). Au niveau industriel, des collaborations sont menées avec Total sur la détection automatique des nappes d'hydrocarbure dans les images radar et deux PME : la société Ténévia sur la mesure de mouvements gravitaires par photogrammétrie terrestre et le GIE AURIGAMI sur l'auscultation par interférométrie radar.

Actuellement, 8 thèses contribuent aux avancées de ce thème :

- Alexandre Hippert Ferrer (allocation SISEO, encadrement Yajing Yan et Philippe Bolon).
- Charles Lesniewska-Choquet (allocation SISEO, Abdourrahmane Atto et Gilles Mauris).
- Amina Ben Hamida (SISEO, Alexandre Benoit et Patrick Lambert).
- Hela Hadri (ANR PHOENIX, Abdourrahmane Atto, Emmanuel Trouvé et Flavien Vernier).
- Matthias Jauvin (CSMB+AURIGAMI, Yajing Yan et Emmanuel Trouvé).
- Guilhem Marsy (CIFRE Ténévia, Emmanuel Trouvé, Flavien Vernier et Xavier Bodin, EDYTEM).
- Emna Amri (Total, Alexandre Benoit et Philippe Bolon).
- Mikael Jacquemont (LISTIC/LAPP, Alexandre Benoit et Patrick Lambert).

#### 5.4. Thème « Dynamiques numériques pour l'humain et la société »

Permanents impliqués: E. Benoit, L. Berrah, S. Cimpan, G. Mauris, S. Perrin, F. Pourraz, K. Salamatian, H. Verjus

#### 5.4.1. Problématiques et enjeux

L'émergence du numérique a officialisé un fait qui est aujourd'hui trivial : les systèmes informatiques, les humains et la société interagissent. Bien évidemment, l'utilisation d'outils informatiques par des utilisateurs humains donne lieu à des interactions "homme-machine" pouvant être d'une nature légèrement différente des interactions automatiques typiques de la précédente révolution, dont un cas d'illustration classique se trouve dans les démarches d'amélioration continue pratiquées dans le contexte industriel. L'interaction est beaucoup plus profonde. De plus en plus de systèmes informatiques sont conçus pour s'adapter au comportement humain et répondre aux attentes de l'Homme. Ces systèmes mesurent, analysent, modélisent le comportement de leurs cibles, afin de détecter des situations ou des contextes types, permettant alors à l'Homme de contrôler le système physique observé et auquel le dispositif informatique est associé. L. Les systèmes informatiques agissent aussi de plus de plus afin de changer le comportement de leurs cibles et les pousser à avoir certaines actions ou décisions sur les systèmes observés. Ainsi nous voyons émerger de façon croissante des boucles de rétroaction humains/systèmes, ou le système informatique s'adapte au comportement de l'utilisateur qui change luimême de par l'action du système. Nous pouvons citer de nombreux cas où ces boucles sont déjà en place

et agissent de façon importante. Par exemple, un système de recommandation dans le domaine touristique, utilise les informations de profils qu'il peut obtenir sur les préférences de son utilisateur afin de lui proposer des alternatives touristiques qui visent à le faire privilégier une des offres touristiques proposées. La compréhension de ces interactions est essentielle pour la compréhension de l'évolution des systèmes informatiques mais aussi plus généralement de l'humain.

L'interaction que nous décrivons ne se limite pas au seul cadre microscopique d'un système, et d'un ou plusieurs utilisateurs. On peut considérer que plus largement l'ensemble des systèmes informatiques qui définissent un écosystème particulier, e.g., l'Internet, interagissent avec la société et changent celle-ci au fur et à mesure que l'écosystème s'adapte à l'évolution des besoins de ses utilisateurs. Il est donc souhaitable d'appréhender ces interactions aux niveaux respectivement micro et macroscopiques, de les décrire, les comprendre, et de bénéficier de cette compréhension afin d'améliorer la conception des systèmes informatiques, mais aussi la compréhension de la société. Un exemple notable de ces changements sociétaux est donné par l'interaction de plus en plus symbiotique entre les réseaux sociaux et l'opinion publique. Ce sont les besoins sociaux qui aboutissent à l'émergence des réseaux sociaux, qui sont devenus aujourd'hui le principal levier de changement sociétal.

Nous concevons et développons depuis longtemps des systèmes informatiques d'aide à la décision, d'extraction d'informations et de connaissance, de traitement de l'information qui sont les principaux chaînons de ces systèmes hybrides socio-informatiques.

Dans ce thème, nous visons deux objectifs ambitieux.

- 1. Concevoir et construire des systèmes et des outils informatiques en interaction avec l'humain et plus largement avec la société. Ces systèmes ou outils peuvent intégrer des méthodes de modélisation de l'incertitude, combiner des informations de nature hétérogène et souvent distribuées (comme l'Internet des Objets (IoT), les réseaux sociaux...), aider l'humain dans sa prise de décision (application de réalité augmentée, tableaux de bord et outils de management visuel, systèmes d'indicateurs pour le pilotage...), mais aussi observer le comportement humain afin d'évaluer celui-ci. A une plus grande échelle, ces systèmes permettent d'observer la société numérique et de quantifier les évolutions sociales. Sur tous ces points, nous travaillons à comment intégrer dès le début de la conception, les contraintes de protection de la vie privée (privacy by design) ou de sécurité (security by design). Le choix des informations pertinentes tout autant que la manière de représenter ces informations à l'humain est un aspect important de nos travaux.
- 2. Mener une recherche multi-disciplinaire en relation avec d'autres domaines de recherche : la gestion, l'économie, la sociologie, la géographie et la géopolitique, les sciences politiques, la psychologie, la philosophie..., qui vise à étudier, analyser et comprendre la dynamique des interactions homme/système informatique ainsi que société/écosystème numérique. En particulier, les questions d'éthique, d'équité, de transparence et d'explicabilité sont centrales dans la démarche, car elles conditionnent l'acceptabilité des systèmes informatiques en relation avec l'humain et elles agissent fortement sur les dynamiques d'interactions.

En résumé, l'informatique et l'humain interagissent ce qui implique une dynamique de changement. Nous développons des objets informatiques visant à mesurer, analyser et à agir sur l'activité humaine. Ces objets et systèmes agissent sur la société et naturellement sur d'autres écosystèmes tels que les entreprises ou les groupements d'infrastructures. Nous nous intéressons ainsi aussi bien à la conception, à l'implantation informatique, à l'analyse de ces objets et systèmes, qu'à la compréhension de leurs impacts et de la dynamique de changements humains et sociétaux qu'ils génèrent.

Le champ de recherche est très vaste et nous ne pouvons, avec nos maigres ressources, l'appréhender dans toutes ses dimensions. Nous décrirons dans la suite les axes autour desquels nous avons déjà des forces vives et des activités en cours ainsi que les perspectives futures.

Ce thème contribuera à relever 3 principaux challenges :

#### C1: Modéliser l'humain

Ce challenge pose la question de comment modéliser le comportement humain à partir d'observations empiriques numériques d'activités humaines (réseaux sociaux, vidéosurveillance...) mais également de capteurs de natures diverses (loT...) qui observent le contexte dans lequel l'activité humaine a lieu. Il convient dans ces observations de prendre en compte le principe d'incertitude sociale qui intègre le non-déterminisme lié au libre arbitre et à la capacité de l'humain s'adapter à son environnement, et l'incertitude inhérente à la subjectivité humaine. Des exemples de problématiques sont :

• Comment observer les activités humaines de manière non-intrusive, en intégrant l'incomplétude des informations, et extraire par exemple les habitudes ?

- Comment intégrer l'attitude du décideur et ses intentions dans la déclaration de ses objectifs ou l'élaboration de ses décisions ?
- Comment définir des notions subjectives telles que le confort, le bien-être ou la sécurité?

#### C2 : Comprendre l'adaptation de la société au numérique

Du fait de la projection permanente du monde réel dans le monde numérique par le torrent de données qui sont capturées, le numérique fournit un formidable observatoire de la société et de son adaptation au numérique. Néanmoins, la compréhension de ces projections nécessite une interaction multi-disciplinaire forte, et il est difficile de faire coopérer des partenaires de disciplines diverses du fait de leurs différences de terminologie et de leurs différences de méthodologies de recherche. Nos objectifs ambitieux dans ce cadre sont :

- De développer des outils méthodologiques et leur implantation informatique permettant d'observer et de suivre certains changements sociétaux de manière générale mais aussi de certaines organisations, institutions, entreprises, constructions sociales...
- Développer des outils conceptuels permettant de modéliser la dynamique des évolutions, de prédire les évolutions futures, et de détecter les risques systémiques. En particulier, nous visons les phénomènes d'émergence de réseau.

#### **C3**: Comment *accompagner* le changement ?

Ce défi vise à concevoir des méthodes, des démarches, des outils, et des systèmes permettant concrètement d'accompagner et d'assister l'humain dans ces changements. Ces méthodes, démarches, outils, systèmes peuvent être informatique ou non. Ces outils peuvent traiter :

- du pilotage, de la démarche d'amélioration et de l'aide à la décision, de la conduite du changement dans le cadre de l'entreprise (management de la performance),
- de la définition de terminologies pertinentes permettant à différentes communautés d'acteurs d'interagir sur des concepts communs qui sont bien définis,
- De gestion de l'exposition des éléments privés, ou de la sécurité (systèmes de sensibilisation...).

#### 5.4.2. Objectifs scientifiques

Ce thème s'appuie sur les compétences du LISTIC en :

- métrologie molle, et imprécise: mesure sans dimension, mesure de relations faibles ;
- modélisation intégrant l'incomplétude (imprécision et incertitude), analyse, traitement (machine learning);
- aide à la décision : systèmes de recommandation combinant des informations incomplètes et imprécises et expression de la performance, en particulier dans le milieu industriel mais aussi dans celui de l'éducation du tourisme et de la montagne;

ainsi que sur une expérience forte de travaux multidisciplinaires dans les domaines de la cybersécurité et plus la du numérique. Plus généralement ce thème bénéficie fortement de l'expertise du laboratoire dans les thèmes 1 et 2.

Les directions scientifiques sur lesquelles s'orientent nos travaux sont liées aux trois challenges (C1, C2 et C3) décrits précédemment. Une partie des travaux à venir sera centrée sur l'extraction, la représentation et l'élaboration d'information de plus haut niveau voire de connaissance par l'agrégation de données incomplètes et hétérogènes acquises à partir d'environnements réels. L'une de nos spécificités est notre aptitude à adapter et mettre en œuvre les méthodes théoriques existantes et maîtrisées au laboratoire, par exemple [ACTI 18-4], [ACTI 17-7], [ACTI 17-8], [ACL 18-5] sur des situations concrètes à partir de données capteurs [ACTI 16-10], [OS 18-3], données fournies par le système lui-même et l'humain et ce, dans un contexte dynamique. Dans les systèmes de recommandation et outils d'aide à la décision que nous concevons et développons, la façon d'utiliser et de combiner plusieurs approches (statistiques, probabilistes, floues, multicritères...) dans un contexte particulier lié au cas d'application donne lieu à des travaux originaux.

• Mesure et modélisation des habitudes humaines dans leur contexte (C1,C3). Nous avons déjà initié des travaux dans la mesure des comportements humains. Nous les poursuivrons pour affiner

la modélisation des activités humaines dans leur contexte (industriel, habitat, milieu naturel, éducatif), car celui-ci interfère avec la prise de décision et doit naturellement être intégré à la modélisation des habitudes. Cette approche se poursuivra dans plusieurs cadres d'étude :

- L'humain dans son habitat : la mesure et la modélisation des déplacements humains indoor obtenue par les localisations directes et indirectes réalisées par l'environnement mobilier (auto-localisation du mobilier sensible), pour l'aide au maintien à domicile de personnes fragiles.
- L'humain dans un milieu ouvert : un système d'aide à la prise de décision pour les professionnels de la montagne se basant sur des données d'observation terrain. L'extraction/construction de profils de touristes et le raffinement de ces profils nous permettra de proposer des itinéraires touristiques adaptés.
- L'humain dans son milieu éducatif: nous travaillons sur des outils accompagnant les étudiants dans leur parcours d'apprentissage, qui utilisent des données hétérogènes liées à leur parcours scolaire et aux différentes formations proposées pour construire des profils type d'étudiant, afin de détecter par exemple les risques de décrochage scolaire.
- L'humain dans l'environnement d'entreprise : nous nous intéressons au rôle du décideur dans le processus de décision, notamment dans pilotage industriel. En particulier, la façon dont l'information de sortie du système de décision impacte sur la prise de décision et l'adaptation au profil du décideur sont des pistes que nous souhaitons continuer à explorer.
- Cyber-sécurité, réputation, confiance, privacy, risque (C2,C3). Les concepts de vie privée, risque et cybersécurité sont au cœur des préoccupations sociétales. La confiance, la crédibilité des données exploitées sont pertinentes pour l'analyse. Notre activité en cyber-sécurité se base sur notre expertise en sécurité informatique et sur le thème 2. Dans ce thème nous nous intéressons plus précisément aux aspects multi-disciplinaires de la cyber-sécurité. Au-delà d'une recherche de modélisation de ces notions de confiance et de leur positionnement par rapport à celles de risque et de manque à gagner, trois pistes sont envisagées :
  - Cartographie du cyberespace. Nous avons une activité de recherche en coopération avec l'institut Français de Géopolitique sur la cartographie du cyberespace [ACL 18-16], [ACL 17-4], [ACTI 18-22]. Cette activité a abouti au développement de nombreuses cartes du cyberespace (un atlas est en cours de préparation) qui ont été le sujet d'un dossier spécial dans le journal le Monde en juillet 2018. Nous développons aussi une analyse de la stratégie des états dans le cyberespace avec un focus particulier sur la cyberstratégie chinoise, américaine, russe, européenne et au moyen-orient.
  - O Analyse des réseaux sociaux. Les réseaux sociaux sont aujourd'hui des éléments fondamentaux de la société contemporaine. Les récentes affaires relatives à la propagation de rumeurs sur ces réseaux ont défrayé la chronique. Nous avons développé toute une palette d'outils fondés sur des approches de fouille de graphes (voir thème 1) qui permettent la détection de la propagande ainsi que l'analyse des stratégies de propagation d'informations fausses [ref-44].
  - Risques systémiques. Un dernier objectif scientifique réside dans l'étude des risques systémiques que peuvent amener les problématiques de cybersécurité et de l'intelligence artificielle. Nous intéressons en particulier au questionnement éthique de l'Intelligence artificielle et à la régulation algorithmique.

#### 5.4.3. Mise en œuvre

La mise en œuvre de ces travaux pourra s'appuyer sur plusieurs sources de données issues de plateformes de développements internes et de nombreuses collaborations, notamment :

- la plateforme IoT du LISTIC (prototypage rapide d'objets instrumentés interconnectés, phases de traitements interconnectées) et le show-room connecté LISTIC/Polytech Annecy-Chambéry qui permettront la récolte de données d'usage ainsi que les données de dispositifs placés au domicile de personnes âgées (Conseil départemental 74),
- des données touristiques fournies par des professionnels et partenaires dans le cadre des projets, des systèmes d'information touristiques, des plateformes en opendata et des données issues des réseaux sociaux et d'Internet, des données issues d'observations effectuées par les professionnels

de la montagne (des guides) et récoltées via une application de réalité augmentée développée au LISTIC, le site data-avalanche.org et des groupes de discussions d'experts sur les réseaux sociaux,

- des instruments de musique sensibles et connectés pour l'identification de troubles sensoriels de l'autisme,
- des plateformes de capture Twitter à grande Échelle, l'observatoire de BGP, les accès aux observatoires du Cyber Arabophone et du Cyber Russe.

Une spécificité forte de nos travaux est aussi la multidisciplinarité, avec des interactions fortes avec l'IHEDN et la chaire Castex de cyberstratégie, avec l'Institut Français de Géopolitique, l'Institut des Systèmes Complexe de Lyon (IXXI), Le Data Institute de l'Université Grenoble Alpes et l'ENS Lyon.

En nous appuyant sur les différents outils associés et sources de données, nous appliquons et expérimentons dans les activités suivantes :

Aide au maintien à domicile: nous avons initié ces travaux à l'occasion de la thèse de C. Deffo Sikounmo autour des meubles connectés. Différents projets sont en cours et à venir avec l'expérimentation prévue in-situ à l'aide des partenaires institutionnels, notamment le pôle gérontologie du Conseil Départemental 74 et le service gériatrie et innovation du CHANGE (Centre hospitalier Annecy Genevois).

Aide à la décision et systèmes de recommandation pour l'humain appliqués à la montagne et au tourisme. Ces travaux s'appuient sur ceux initiés lors de projets en cours, notamment le projet UPPA-USMB autour des méthodes de recommandation pour des itinéraires touristiques et les projets Interreg Transfrontour (système de recommandation de prestations/activités touristiques avec un post-doc sur l'année 2018-19) et CIME (outils d'aide à la décision pour le mode de vigilance à adopter en milieux de montagne présentant des risques) avec une thèse dont le démarrage est prévu en septembre 2019, dont les partenaires sont le LIUPPA- Laboratoire d'Informatique de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, et pour le projet CIME l'école HES-SO Valais, HEIG-VD, l'entreprise Aléa, data-avalanche.org, le syndicat des guides de montagne de Suisse et le Pôle Tourisme "Montagne Inventive".

Mesure de l'apprenant : Projet de l'USMB, démarrage en 2019 d'une thèse co-encadrée avec l'Imperial College sur les apprenants et de l'analyse de leur comportement pendant leur parcours de formation (learning analytics) en utilisant les techniques du data mining (educational data mining).

Musique et handicap: Mesure des Troubles Sensoriels de l'Autisme (TSA) et de leur évolution par des objets et instruments de musiques rendus sensibles [ref-45]. Le projet IAMH (Instrument Augmenté pour Musique et Handicap) soutenu par la fondation USMB devrait après un post-doc en 2017-2018 se poursuivre avec comme partenaire le LPNC (Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition, UMR (5105) associée au CNRS (INSB) Université Grenoble Alpes (UGA) et USMB.

Cyber sécurité - cyber stratégie : Ces travaux sont portés par des projets internationaux autour du développement d'approches globales de sécurité de l'Internet, de la stratégie géopolitique de l'architecture et de la cyber-stratégie, notamment le Projet FP7 GAINS (Geopolically Aware INternet Security), la co-direction scientifique de la chaire Castex de cyberstratégie l'institut des Hautes Etudes en Défense Nationale (IHEDN), la participation au projet GEODE qui a été labellisé novembre 2018 comme centre d'excellence en recherche sur la stratégie de la défense par le MINDEF. Ils s'appuient également sur un programme de cotutelle doctorale avec l'Académie des Sciences de Chine (Presidential Award en 2018) le Center for Internet and Human Right (CIHR) de Berlin et l'Académie des sciences de Chine.

Au niveau national nous développons des collaborations avec l'INRIA (codirection de l'équipe DATASPHERE basée à l'ENS Lyon), et deux instituts de la ComUE UGA : Data Institute de Grenoble et l'Institut CyberSecurité cyber@Alps (participation aux comités exécutifs), l'Institut des Hautes Etudes en Défense Nationale (IHEDN), Laboratoire GEODE (Geographie de l'Environnement), unité mixte CNRS (INEE) / Université de Toulouse 2.

#### 5.5. Références externes ou internes antérieures à 2016

[ref-19] C. Villani, Y. Bonnet, C. Berthet, F. Levin, M. Schoenauer, A-C. Cornut, B. Rondepierre. "Donner un sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne". *Rapport de mission parlementaire*. pp 1-234. ISBN: 978-2-11-145708-9. Mars 2018.

[ref-20] N. Bécourt, F. Martin, C. Pariset, S. Galichet, N. Méger, "Method for predicting a rotation fault in the rotor of a vacuum pump and associated pumping device". *Patent* # WO 210/149 738 (29/12/2010), Alcatel-Lucent.

- [ref-21] Deepayan Chakrabarti and Christos Faloutsos. 2006. Graph mining: Laws, generators, and algorithms. ACM Comput. Surv. 38, 1, Article 2 (June 2006)
- [ref-22] X. Bian and H. Krim, "Robust subspace recovery via bi-sparsity pursuit" arXiv preprint arXiv:1403.8067, 2014.
- [ref-23] E. J. Candès, X. Li, Y. Ma, and J. Wright, "Robust principal component analysis?" *Journal of the ACM* (JACM), vol. 58, no. 3, p. 11, 2011
- [ref-24] Bobillo, F., & Straccia, U., (2016), "The fuzzy ontology reasoner fuzzyDL", Knowledge-Based Systems, 95, 12-34, doi 10.1016/J.KNOSYS.2015.11.017
- [ref-25] Bellenger A., Gatepaille S., (2011), "Uncertainty in ontologies: Dempster-Shafer theory for data fusion applications", arXiv preprint https://arxiv.org/abs/1106.3876
- [ref-26] G. Tang and A. Nehorai, "Constrained Cramér-Rao Bound on Robust Principal Component Analysis" in *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 59, no. 10, pp. 5070-5076, Oct. 2011.
- [ref-27] Zhihua Wang\*, Stefano Rosa\*, Bo Yang, Sen Wang, Niki Trigoni, Andrew Markham. "3D-PhysNet: Learning the Intuitive Physics of Non-Rigid Object Deformations", In IJCAI 2018.
- [ref-28] E. De Bezenac, A. Pajot, P. Gallinari, "Deep Learning for Physical Processes: Incorporating Prior Scientific Knowledge", *ICLR2018*.
- [ref-29] Diederik P. Kingma, Max Welling, "Auto-Encoding Variational Bayes", ICLR 2014.
- [ref-30] Wang D., Park H., Xie G., Moon S., Kaafar M.A., Salamatian K., "A genealogy of information spreading on microblogs: A Galton-Watson-based explicative model", *Proceedings IEEE INFOCOM*, 2013, Apr 2013, TOrino, Italy. pp.2391 2399, 2013, \( \lambda 10.1109/INFCOM.2013.6567044 \rangle \)
- [ref-31] Xie G., Salamatian K., Mingwei X., Haiyong X., Yi S., "FUTURE INTERNET THEORY, DESIGN AND DEPLOYMENT: FROM SOFTWARE-DEFINED NETWORK TO CLEAN SLATE POST-IP", China Communications Magazine, 2014, 11 (7), pp.1-2
- [ref-32] Damien Carver, Julien Sopena, Sébastien Monnet. "ACDC: Advanced Consolidation for Dynamic Containers". NCA 2017 16th IEEE International Symposium on Network Computing and Applications, Oct 2017, Cambridge, MA, United States. pp.1-8, (http://www.ieee-nca.org/2017/).
- [ref-33] Maxime Lorrillere, Julien Sopena, Sébastien Monnet, and Pierre Sens. "Puma: Pooling unused memory in virtual machines for I/O intensive applications". *In the 8th ACM Conference (International Systems and Storage SYSTOR 2015)*, Haifa, Israel, May 2015.
- [ref-34] Sé bastien Monnet. "Contributions to data replication in large-scale distributed systems". *Habilitation à diriger des recherches*, UPMC Université Paris VI, November 2015.
- [ref-35] Vé ronique Simon, Sébastien Monnet, Mathieu Feuillet, Philippe Robert, and Pierre Sens. "Scattering and placing data replicas to enhance long-term durability". In the 14th IEEE International Symposium on Network Computing and Applications (NCA 2015), Cambridge, USA, September 2015. CORE Rank A (short).
- [ref-36] Ilham Alloui, David Esale, Flavien Vernier. "Wise Objects for Calm Technology", 10th International Conference on Software Engineering and Applications (ICSOFT-EA 2015), Jul 2015, Colmar, France. SciTePress 2015, pp.468-471, 2015, ICSOFT-EA 2015. (10.5220/0005560104680471)
- [ref-37] Maxime Véron, Olivier Marin, Sébastien Monnet, and Pierre Sens. "RepFD Using reputation systems to detect failures in large dynamic networks". In the 44th International Conference on Parallel Processing (ICPP 2015), Beijing, China, September 2015.
- [ref-38] Julea A., Méger N., Bolon P., Rigotti C., Doin M.P., Lasserre C., Trouvé E., Lazarescu V., "Unsupervised Spatiotemporal Mining of Satellite Image Time Series Using Grouped Frequent Sequential Patterns", *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 49, N°4, pp. 1417 1430 (2011), doi: 10.1109/TGRS.2010.2081372
- [ref-39] Galbrun, E., Miettinen, P. (2012). "From black and white to full color: extending redescription mining outside the Boolean world". In: *Stat. Anal. Data Min.*, 2012.
- [ref-40] Knight, W. (2017). "The Dark Secret at the Heart of AI No one really knows how the most advanced algorithms do what they do. That could be a problem". MIT Technology Review.
- [ref-41] Zhu, X. X. et al. (2017). "Deep Learning in Remote Sensing: A Comprehensive Review and List of Resources". In *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, vol. 5, no. 4, pp. 8-36, Dec. 2017. doi: 10.1109/MGRS.2017.2762307
- [ref-42] A Spline Theory of Deep Networks, <a href="https://arxiv.org/abs/1805.06576">https://arxiv.org/abs/1805.06576</a>
- [ref-43] Griffiths F., Tim D., Cave J., Thorogood M., Samantha j., Salamatian K., Xavier G., Goudge J., "The Impact of Online Social Networks on Health and Health Systems: A Scoping Review and Case Studies", *Policy & Internet*, 2015, <10.1002/poi3.97>
- [ref-44] Wang D., Park H., Xie G., Moon S., Kaafar M.A., Salamatian K., "A genealogy of information spreading on microblogs: A Galton-Watson-based explicative model", *Proceedings IEEE INFOCOM*, 2013, Apr 2013, TOrino, Italy. pp.2391 2399, 2013, <a href="tel:10.1109/INFCOM.2013.6567044">tel:10.1109/INFCOM.2013.6567044</a>
- [ref-45] Broder-Fingert, S., Feinberg, E., & Silverstein, M. (2017). "therapy for children with autism spectrum disorder". Jama, 318(6), 523-524. Manuel Diagnostic et Statistique des troubles mentaux. DSM-5 (2016). *American Psychiatric Association*. Esevier Masson.

## Annexe 1 - Production Scientifique

#### Articles dans des revues avec comité de lecture

#### Année 2018

- [ACL 18-1] Alloui I., Vernier F., "WOF: Towards Behavior Analysis and Representation of Emotions in Adaptive Systems", Communications in Computer and Information Science, Springer Verlag, 2018, Software Technologies 12th International Joint Conference, ICSOFT 2017, Revised Selected Papers, 868, pp.244-267. <a href="Springer">(Springer)</a>. <a href="10.1007/978-3-319-93641-3\_12">(Springer)</a>. <a href="10.1007/978-3-319-93641-3\_12">(Springer)</a>. <a href="10.1007/978-3-319-93641-3\_12">(Springer)</a>.
- [ACL 18-2] Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., Jouanne F., Vandemeulebrouck J., "Possible deep connection between volcanic systems evidenced by sequential assimilation of geodetic data", *Scientific Reports*, Nature Publishing Group, 2018, https://doi.org/10.1038/s41598-018-29811-x
- [ACL 18-3] **Ben Hamida A., Benoit A., Lambert P.**, Ben Amar C., "Three dimensional Deep Learning approach for remote sensing image classification", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2018, vol. 56, no 8, pp.4420 4434. <a href="https://doi.org/10.1109/TGRS.2018.2818945">\documentum{10.1109/TGRS.2018.2818945</a>>
- [ACL 18-4] BERTRAND S., **Ben Ameur R.**, Cerutti G., **Coquin D.**, **Valet L.**, Tougne L., "Bark and Leaf Fusion Systems to Improve Automatic Tree Species Recognition", *Ecological Informatics*, Elsevier, 2018, <a href="https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.05.007">(10.1016/j.ecoinf.2018.05.007</a>)
- [ACL 18-5] Boukezzoula R., Coquin D., Nguyen T.L., Perrin S., "Multi-sensor information fusion: Combination of fuzzy systems and evidence theory approaches in color recognition for the NAO humanoid robot", *Robotics and Autonomous Systems*, Elsevier, 2018, 100, pp.302 316. <a href="https://doi.org/10.1016/j.robot.2017.12.002">10.1016/j.robot.2017.12.002</a>
- [ACL 18-6] **Boukezzoula R.**, **Galichet S.**, **Coquin D.**, "From fuzzy regression to gradual regression: Interval-based analysis and extensions", *Information Sciences*, Elsevier, 2018, 441, pp. 18-40. <a href="tel:10.1016/j.ins.2018.02.002">tel:10.1016/j.ins.2018.02.002</a>
- [ACL 18-7] Boukezzoula R., Galichet S., Foulloy L., "Min and Max Operators for Gradual Intervals", *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018, pp.1 1. <u>\langle</u> 10.1109/TFUZZ.2018.2837651\rangle
- [ACL 18-8] Brigui F., Boizard M., **Ginolhac G.**, Pascal F., "New Low-Rank Filters for MIMO-STAP based on an Orthogonal Tensorial Decomposition", *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018, 54 (3), pp.1208 1220. <a href="https://doi.org/10.1109/TAES.2017.2776679">10.1109/TAES.2017.2776679</a>
- [ACL 18-9] Combernoux A., Pascal F., Ginolhac G., "Performance of the Low-Rank Adaptive Normalized

Matched Filter Test Under a Large Dimension Regime", *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018, pp.1 - 1. <a href="https://doi.org/10.1109/TAES.2018.2847911"></a>

[ACL 18-10] Dehecq A., Gourmelen A., Gardner A., Brun F., Goldberg D., Nienow P., Berthier E., Vincent C., Wagnon P., **Trouvé E.**, (2018) "Twenty-First Century Glacier Slowdown Driven by Mass Loss in High Mountain Asia", *Nature Geoscience*, doi: 10.1038/s41561-018-0271-9

[ACL 18-11] **Dutu L.-C.**, **Mauris G.**, **Bolon P.**, "A Fast and Accurate Rule-Base Generation Method for Mamdani Fuzzy Systems", *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018, pp.715-733. <a href="https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2017.2688349">https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2017.2688349</a>

[ACL 18-12] Marsy G., Vernier F., Bodin X., Castaings W., Trouvé E., "Détection automatique de zones en mouvement dans des séries d'images non recalées: application à la surveillance des mouvements gravitaires", Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection, Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection, 2018, pp. 25-31

[ACL 18-13] **Méger N.**, Rigotti C., Pothier C., **Nguyen T.**, **Lodge F.**, Gueguen L., Andréoli R., Doin M.-P., Datcu M., "Ranking evolution maps for Satellite Image Time Series exploration: application to crustal deformation and environmental monitoring", *Data Mining and Knowledge Discovery*, Springer, 2018, pp.1-37. <a href="https://doi.org/10.1007/s10618-018-0591-9">\data 0.1007/s10618-018-0591-9</a>

[ACL 18-14] Nguyen T., Méger N., Rigotti C., Pothier C., Trouvé E., Gourmelen N., Mugnier J.-L., "A pattern-based method for handling confidence measures while mining satellite displacement field time series. Application to Greenland ice sheet and Alpine glaciers", IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, IEEE, 2018, 11 (11), pp.1 - 13. <a href="https://doi.org/10.1109/JSTARS.2018.2874499">https://doi.org/10.1109/JSTARS.2018.2874499</a>

[ACL 18-15] Papadopoulou M., Roche C., "Ontologization of Terminology. A worked example from the domain of ancient Greek dress", AIDAinformazioni, Rivista di Scienze dell'informazione, In press

[ACL 18-16] Su J., Li Z., Grumbach S., Ikram M., Salamatian K., Xie G., "A cartography of web tracking using DNS records", *Computer Communications*, Elsevier, 2018

[ACL 18-17] **Tan Z.**, Moreaud M., Alata O., **Atto A.M.**, "ARFBF morphological analysis - Application to the discrimination of catalyst active phases", *Image Analysis and Stereology*, International Society for Stereology, 2018, 37 (1), \_<10.5566/ias.1624>

#### Année 2017

[ACL 17-1] Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., "Assimilation of Deformation Data for Eruption Forecasting: Potentiality Assessment Based on Synthetic Cases", *Frontiers in Earth Science*, Frontiers Media, 2017, pp.doi: 10.3389/feart.2017.00048

[ACL 17-3] Douzet F., Limonier K., Jéremy R., Salamatian K., Géraud R., Campigotto R., "Les nouveaux

- [ACL 17-4] **He P.**, Zhang W., Guan H., **Salamatian K.**, Xie G., "Partial Order Theory for Fast TCAM Updates", *IEEE/ACM Transactions on Networking*, IEEE/ACM, 2017, PP (99), pp.1 14. <u>\lambda</u> 10.1109/TNET.2017.2776565
- [ACL 17-5] **Hoarau Q.**, **Ginolhac G.**, **Atto A.M.**, Nicolas J.M., "Robust Adaptive Detection of Buried Pipes using GPR", *Signal Processing*, Elsevier, 2017, 132, pp.293-305. <10.1016/j.sigpro.2016.07.001>
- [ACL 17-6] Nguyen T.-M.-T., Hamidouche L., Mathieu F., **Monnet S.**, Iskounen S., "SDN-based Wi-Fi Direct Clustering for Cloud Access in Campus Networks", *Annals of Telecommunications*, *Springer*, 2017, <u>\( \)</u> 10.1007/s12243-017-0598-z\( \)
- [ACL 17-7] Sun W., Simon V., Monnet S., Robert P., Sens P., "Analysis of a Stochastic Model of Replication in Large Distributed Storage Systems", *Proceedings of the ACM on Measurement and Analysis of Computing Systems*, ACM, 2017, 1 (1), pp.1 21. <10.1145/3084462>
- [ACL 17-8] Terrasse G., Nicolas J.-M., **Trouvé E.**, Drouet E., "Application of the Curvelet Transform for clutter and noise removal in GPR data", *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, IEEE, 2017, 10 (10), pp.4280 4294. <a href="https://doi.org/10.1109/JSTARS.2017.2717960">(10.1109/JSTARS.2017.2717960</a>
- [ACL 17-9] Xie G., Su J., Wang X., He T., Zhang G., Uhlig S., **Salamatian K.**, "Index-Trie: Efficient archival and retrieval of network traffic", *Computer Networks*, Elsevier, 2017, 124, pp.140 156. <a href="tel:156.010"><u>10.1016/j.comnet.2017.06.010</u></a>
- [ACL 17-10] Yan Y., Barth A., Beckers J.-M., Brankart J.-M., Brasseur P., Candille G., "Comparison of different incremental analysis update schemes in a realistic assimilation system with Ensemble Kalman Filter", Ocean Modelling, Elsevier, 2017, 115, pp.27-41. <a href="mailto:10.1016/j.ocemod.2017.05.002">(10.1016/j.ocemod.2017.05.002)</a>

#### Année 2016

- [ACL 16-1] Achoch M., Dorantes-Gilardi R., Wymant C., Feverati G., Salamatian K., Vuillon L., Lesieur C., "Protein structural robustness to mutations: an in silico investigation", *Physical Chemistry Chemical Physics*, Royal Society of Chemistry, 2016, Phys. Chem. Chem. Phys., 16, pp.13770-13780. <a href="https://doi.org/10.1039/C5CP06091E">10.1039/C5CP06091E</a>>
- [ACL 16-2] Atto A.M., Trouvé E., Nicolas J.-M., Lê T.T., "Wavelet Operators and Multiplicative Observation Models -Application to SAR Image Time Series Analysis", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016, <a href="tel:10.1109/TGRS.2016.2587626">(10.1109/TGRS.2016.2587626</a>)
- [ACL 16-3] Barth A., Yan Y., Alvera-Azcárate A., Beckers J.-M., "Local ensemble assimilation scheme with global constraints and conservation", *Ocean Dynamics*, Springer Verlag, 2016, 66 (12), pp. 1651-1664
- [ACL 16-4] **Berrah L., Clivillé V., Mauris G.,** Montmain J., "The Contribution concept for the control of a manufacturing multi-criteria performance improvement", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Springer Verlag (Germany), 2016, 12 p. <a href="https://doi.org/10.1007/s10845-016-1227-9">\documenture</a>
- [ACL 16-5] Breloy A., Ginolhac G., Pascal F., Forster P., "Robust Covariance Matrix Estimation in

Heterogeneous Low Rank Context", *IEEE Transactions on Signal Processing*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016, 64 (22), pp.5794-5806. <10.1109/TSP.2016.2599494>

[ACL 16-6] **Dehecq A.**, Millan R., Berthier E., Gourmelen N., **Trouvé E.**, Vionnet V., "Elevation changes inferred from TanDEM-X data over the Mont-Blanc area: Impact of the X-band interferometric bias", *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, IEEE, 2016, pp.1-13. <u>\( \)</u> 10.1109/JSTARS.2016.2581482

[ACL 16-7] Forster P., **Ginolhac G.**, Boizard M., "Derivation of the theoretical performance of a Tensor MUSIC algorithm", *Signal Processing*, Elsevier, 2016, 129 (12), pp.97-105. <u><10.1016/j.sigpro.2016.05.033</u>

[ACL 16-8] **Ginolhac G.**, Forster P., "Approximate distribution of the low-rank adaptive normalized matched filter test statistic under the null hypothesis", *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016, 52 (4), pp.2016 - 2023. <a href="https://doi.org/10.1109/TAES.2016.150042">10.1109/TAES.2016.150042</a>

[ACL 16-9] Li Z., Ali Kaafar M., Salamatian K., Xie G., "Characterizing and Modeling User Behavior in a Large-scale Mobile Live Streaming System", *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016, (10.1109/TCSVT.2016.2595325)

[ACL 16-10] **Roche C.**, "Préservation des mémoires numériques : Apports du terme et du concept", *AlDAinformazioni*, *Rivista di Scienze dell'informazione*, 2016, Terminologia e organizzazione della conoscenza nella conservazione della memoria digitale, <a href="http://www.aracneeditrice.it/aracneweb/">http://www.aracneeditrice.it/aracneweb/</a>) . <a href="http://www.aracneeditrice.it/aracneweb/">\ldots \ldots \ldots

[ACL 16-11] Sun Y., Breloy A., Prabhu B., Palomar D., Pascal F., **Ginolhac G.**, "Low-Complexity Algorithms for Low Rank Clutter Parameters Estimation in Radar Systems", *IEEE Transactions on Signal Processing*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016, 64 (8), pp.1986-1998. <a href="https://doi.org/10.1109/TSP.2015.2512535">10.1109/TSP.2015.2512535</a>

[ACL 16-12] Wei W., Yi S., Salamatian K., Zhongcheng L., "Adaptive Path Isolation for Elephant and Mice Flows by Exploiting Path Diversity in Datacenters", *IEEE Transactions on Network and Service Management*, IEEE, 2016, 13 (1), pp.5-18. <a href="https://doi.org/10.1109/TNSM.2016.2517087">(10.1109/TNSM.2016.2517087)</a>

[ACL 16-13] Yan Y., Dehecq A., Trouvé E., Mauris G., Gourmelen N., Vernier F., "Fusion of Remotely Sensed Displacement Measurements: Current status and challenges", *IEEE geoscience and remote sensing magazine*, IEEE, 2016, 4 (1), pp.6-25. <a href="https://doi.org/10.1109/MGRS.2016.2516278">\documents/10.1109/MGRS.2016.2516278</a>)

#### Ouvrages scientifiques (ou chapitres)

#### Année 2018

[OS 18-1] Berrah L., Clivillé V., Foulloy L., "Industrial Objectives and Industrial Performance", ISTE WILEY, pp.250, 2018, Industrial Objectives and Industrial Performance, <ISBN: 978-1-84821-955-7>

[OS 18-2] **Berrah L.**, **Clivillé V.**, **Foulloy L.**, "Objectifs et performances industriels", ISTE Editions, 232 p., 2018, Systèmes et génie industriel, Jean-Paul Bourrières, <a href="https://iste-editions.fr/products/objectifs-et-performances-industriels">https://iste-editions.fr/products/objectifs-et-performances-industriels</a>

[OS 18-3] **Perrin S.**, **Benoit E.**, **Coquin D.**, "Decision method choice in a human posture recognition context", *Human-Computer Systems Interaction. Backgrounds and Applications 4*, 4, 2018, Backgrounds and Applications, <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-319-62120-3\_11">\documents</a>

#### Année 2017

[OS 17-1] Atto A.M., "Ondelettes et Processus Stochastiques", 2017, 9782746248007

[OS 17-2] **Méger N.**, Pasolli E., Rigotti C., **Trouvé E.**, MELGANI F., "Satellite Image Time Series: mathematical models for data mining and missing data restoration", Gabriele Moser; Josiane Zerubia. *Mathematical Models for Remote Sensing Image Processing*, Springer International Publishing, pp.357-398, 2017, <ISBN: 978-3-319-66330-2>. <10.1007/978-3-319-66330-2>

#### Année 2016

#### Thèses et Habilitation à diriger des Recherches

#### Année 2018

[TH 18-1] Ben Ameur R., "Fusion multimodale pour la reconnaissance d'espèces d'arbres", Traitement du signal et de l'image. Université Grenoble Alpes, 2018. Français. (NNT : 2018GREAA005)

#### Année 2017

[TH 17-1] **Hamadmad H.**, "Définition d'une expression temporelle de la performance des entreprises manufacturières", Gestion et management. Université Grenoble Alpes, 2017. Français. <a href="NNT"><u><NNT : 2017GREAA002</u></a>)

[TH 17-2] **Nguyen T.L.**, "Fusion d'informations multi-capteurs pour la commande du robot humanoïde NAO", Robotique [cs.RO]. Université Grenoble Alpes, 2017. Français. <a href="NNT:2017GREAA010">NNT:2017GREAA010</a>

#### Année 2016

[TH 16-1] **Rizzon B.**, "Aide à la décision pour les entreprises industrielles inscrites dans une démarche de développement durable", Gestion et management. Université Grenoble Alpes, 2016. Français. <a href="https://www.norm.nu.edu.n

[TH 16-2] Tan Z., "Extensions of Fractional Brownian Fields and Morphological Spectral Analysis for Discrimination of Catalysts", Methodology [stat.ME]. Université Grenoble Alpes, 2016. English

[HdR 16-1] Boukezzoula R., "Du contrôle flou conventionnel au contrôle graduel", Université Grenoble Alpes, 2016

Communication dans des congrès internationaux avec actes et comité de lecture

#### Année 2018

[ACTI 18-1] Alloui I., Benoit E., Perrin S., Vernier F., "WIoT: Interconnection between Wise Objects and IoT", ICSOFT 2018, the 13th International Conference on Software Technologies, Jul 2018, Porto, Portugal. 2018

[ACTI 18-2] Atto A.M., Kemavo A., Rudant J.-P., Mercier G., "Geometric Multi-Wavelet Total Variation for SAR Image Time Series Analysis", *International Conference on Information Fusion (FUSION 2018)*, Jul 2018, Ccambridge, United Kingdom

[ACTI 18-3] **Benoit A.**, Cuevas L., Thomas J.-B., "Deep learning for dehazing: Comparison and analysis", *Colour and Visual Computing Symposium (CVCS)*, Sep 2018, Gjøvik, Norway

[ACTI 18-4] Benoit E., Deffo Sikounmo C., Perrin S., "An approach to express measurement results in ontologies of facts", *IMEKO world congress*, Sep 2018, Belfast, United Kingdom. 2018, Proc. of the XXII IMEKO World Congress 2018

[ACTI 18-5] Berrah L., Foulloy L., Clivillé V., "Would the objective be no more than a "desire" and the

performance expression no more than a "feeling"? Some industrial fuzzy illustrations", 16th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Jun 2018, Bergame, Italy. 6 p., 2018, Preprints of the 16th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing

[ACTI 18-6] Brahimi S., Ben Aoun N., Ben Amar C., **Benoit A.**, **Lambert P.**, "Multiscale Fully Convolutional DenseNet for Semantic Segmentation", WSCG 2018, International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision, May 2018, Pilsen, Czech Republic. 2018, <a href="http://www.wscg.eu/">http://www.wscg.eu/</a>

[ACTI 18-7] Carvalho S., Costa R., Roche C., "The Role of Conceptual Relations in the Drafting of Natural Language Definitions: an Example from the Biomedical Domain", *LREC 2018*, 2018, Miyazaki, Japan. I. Kernerman & S. Krek (eds.), Proceedings of the LREC 2018 Workshop "Globalex 2018 - Lexicography & WordNets

[ACTI 18-8] Jauvin M., Yan Y., Trouvé E., Benedicte F., Gay M., Girard B., "Use of corner reflectors with Sentinel-1 SAR images for glacier and moraine monitoring", EUSAR 2018 - 12th European Conference on Synthetic Aperture Radar, Jun 2018, Aachen, Germany. Proceedings EUSAR 2018

[ACTI 18-9] Jauvin M., Yan Y., Trouvé E., Fruneau B., "Potential and limits of Sentinel-1 data for small Alpine glaciers monitoring", *IGARSS* 2018, Jul 2018, Valencia, Spain. Proceedings IGARSS2018

[ACTI 18-10] **Jendoubi S.**, Chebbah M., Martin A., "Evidential Independence Maximization on Twitter Network", *5th International Conference*, *Belief 2018*, Sep 2018, Compiègne, France. Belief Functions: Theory and Applications

[ACTI 18-11] Jendoubi S., Coquin D., Boukezzoula R., "Evidential Independence Maximization on Twitter Network", 5th International Conference, Belief 2018, Sep 2018, Compiègne, France. Springer, Belief Functions: Theory and Applications, LNAI (11069), Belief Functions: Theory and Applications

[ACTI 18-12] **Jendoubi S.**, **Coquin D.**, **Boukezzoula R.**, "Evidential Independence Maximization on Twitter Network", *5th International Conference*, *Belief 2018*, Sep 2018, Compiègne, France. Springer, Belief Functions: Theory and Applications, LNAI (11069), Belief Functions: Theory and Applications

[ACTI 18-13] Marandi A., Braun T., Salamatian K., Thomos N., "A Comparative Analysis of Bloom Filter-based Routing Protocols for Information-Centric Networks", *IEEE Symposium on Computer Communications (ISCC'18).*, Jun 2018, Natal, Brazil

[ACTI 18-14] Marsy G., Bodin X., Malet E., Castaings W., Vernier F., Trouvé E., "Monitoring rock glacier by optical stereoscopic time-lapse device", Edited by Philip Deline, Xavier Bodin and Ludovic Ravanel; Coeditors: Chloé Barboux, Reynald Delaloye, Christophe Lambiel, Florence Magnin, Marco Marcer, Paolo Pogliotti, Philippe Schoeneich. 5 th European Conference On Permafrost, Jun 2018, Chamonix, France. Edytem, 2018, 5 th European Conference On Permafrost - Book of Abstracts

[ACTI 18-15] Mian A., Ovarlez J.-P., Ginolhac G., Atto A.M., "A ROBUST CHANGE DETECTOR FOR HIGHLY HETEROGENEOUS MULTIVARIATE IMAGES", ICASSP 2018, Apr 2018, Calgary, Canada. ICASSP 2018

[ACTI 18-16] Mian A., Ovarlez J.-P., **Ginolhac G.**, **Atto A.M.**, "Robust Detection and Estimation of Change-Points in a Time Series of Multivariate Images", *EUSIPCO 2018*, Sep 2018, Rome, Italy

[ACTI 18-17] Nguyen T., Méger N., Rigotti C., Pothier C., Trouvé E., Mugnier J.-L., "Finding Complementary and Reliable Patterns in Displacement Field Time Series of Alpine Glaciers", *IGARSS 2018 - IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Jul 2018, Valencia, Spain. pp.4213-4216,

2018, Proceedings of the 38th IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium

[ACTI 18-18] Papadopoulou M., Roche C., "Tedi: a platform for ontologisation of multilingual terminologies for the Semantic Web", *The Twelfth International Conference on Advances in Semantic Processing SEMAPRO 2018*, Nov 2018, Athens, Greece. SEMAPRO 2018

[ACTI 18-19] **Papadopoulou M.**, **Roche C.**, "Structuring Humanities' Data through Formal Domain Ontologies", *EADH 2018*: "Data in Digital Humanities", Dec 2018, Galway, Ireland

[ACTI 18-20] Prebet R., Yan Y., Jauvin M., Trouvé E., "A DATA-ADAPTIVE EOF BASED METHOD FOR DISPLACEMENT SIGNAL EXTRACTION FROM INTERFEROGRAM TIME SERIES", *IGARSS* 2018, Jul 2018, Valencia, Spain. Proceedings IGARSS 2018

[ACTI 18-21] Roche J., Roche C., Zhang Z., Jia Y., Wei T., "Proposition d'un modèle computationnel du concept pour la Terminologie", *Conférence TOTh 2018*, *Terminology & Ontology: Theories and applications*, Jun 2018, Chambéry, France

[ACTI 18-22] Su J., Li Z., Grumbach S., Salamatian K., Xie G., "Toward Accurate Inference of Web Activities from Passive DNS Data", IWQoS'18 - IEEE/ACM International Symposium on Quality of Service, Jun 2018, Banff, Canada

[ACTI 18-23] Zhang Z., Roche C., Jia Y., Roche J., Wei T., "Term formation method for Chinese neoterm based on concept model and Chinese attribute-head construction", *TOTh 2018: Terminology & Ontology: Theories and applications*, Jun 2018, Chambéry, France

[ACTI 18-24] Zhang Z., Roche C., Jia Y., Zhang X., Roche J., Papadopoulou M., "Transparency of Chinese Acupuncture and Moxibustion Terms: A Resource for Scientific Research and Collaboration", TOTh 2018: Terminology & Ontology: Theories and applications, Jun 2018, Chambéry, France

[ACTI 18-25] Triaa W., Gzara L., **Verjus H.**, "A New Approach for SBPM based on Competencies Management", *20th International Conference on Enterprise Information Systems*, Mar 2018, Funchal, Portugal. SCITEPRESS - Science and Technology Publications, <a href="http://www.iceis.org/"><a href="http://www.iceis.org/">http://www.iceis.org/</a><a href="http://www.iceis.org/">http

#### Année 2017

[ACTI 17-1] Almeida B.-F.-A.-R., Roche C., Costa R., "Archaeological classification and ontoterminology: the case of Islamic archaeology of the al-Andalus", Christophe Roche. *Terminologie & Ontologie: Théories et Applications, TOTh 2017*, Jun 2017, Chambéry, France. Université Savoie Mont Blanc, pp.221-236, Actes de la conférence: TOTh 2017

[ACTI 17-2] Ben Ameur R., Coquin D., Valet L., "Influence of Basic Belief Assignments Construction on the Behaviour of a Fusion System for Tree Species Recognition", 20th International Conference on Information Fusion, Jul 2017, Xi'an, China. IEEE FUSION 2017, 2017, \( \lambda 10.23919/ICIF.2017.8009728 \rangle \)

[ACTI 17-3] Ben Hamida A., Lambert P., Klein L., Amar C., Audebert N., Lefèvre S., Benoit A., "DEEP LEARNING FOR SEMANTIC SEGMENTATION OF REMOTE SENSING IMAGES WITH RICH SPECTRAL CONTENT", IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Jul 2017, Fort Worth, United States. 2017

- [ACTI 17-4] **Berrah L., Foulloy L., Clivillé V.,** "Some elements regarding the relevance of using a fuzzy performance measurement framework for industrial visual management.", *7th IESM Conference, October 11 13, 201 7,* Oct 2017, Saarbrücken, Germany. pp.93-98, 2017, CONFERENCE PROCEEDINGS. <a href="http://iesm17.org/wp-content/uploads/2017/10/Proceedings\_IESM2017\_Part1\_.pdf">http://iesm17.org/wp-content/uploads/2017/10/Proceedings\_IESM2017\_Part1\_.pdf</a>
- [ACTI 17-5] Carver D., Sopena J., Monnet S., "ACDC: Advanced Consolidation for Dynamic Containers", NCA 2017 16th IEEE International Symposium on Network Computing and Applications, Oct 2017, Cambridge, MA, United States. pp.1-8, \( \frac{http://www.ieee-nca.org/2017/\)
- [ACTI 17-6] Dapoigny R., Barlatier P., "Towards a qualitative representation for specifying natural language", 2017 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA), Jun 2017, Annecy, France. IEEE, 2017 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA) <a href="mailto:</a> (10.1109/CIVEMSA.2017.7995299)
- [ACTI 17-7] **Deffo Sikounmo C., Benoit E., Perrin S.,** "Modeling of the situations in an intelligent connected furnitures community", *The Tenth International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context (CONTEXT 2017)*, Jun 2017, PARIS, France. The Tenth International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context (CONTEXT 2017), pp.381-394, 2017, The Tenth International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context (CONTEXT 2017). <a href="http://context17.lip6.fr/">http://context17.lip6.fr/</a>. <a href="http://context17.lip6.fr/">\lambda \lambda 10.1007/978-3-319-57837-8\_32</a>
- [ACTI 17-8] **Deffo Sikounmo C.**, **Perrin S.**, **Benoit E.**, "Uncertainty management of situations in a housing use context", 2017 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA) (CIVEMSA 2017), Jun 2017, ANNECY, France. IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA 2017), pp.129-134, 2017, IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA 2017). (http://2017.civemsa.ieee-ims.org/)
- [ACTI 17-9] **Dumond Y.**, "Enhancing the accuracy of raster-based algorithms for forest fire spread modelling", *The 2017 European Simulation and Modelling Conference*, Oct 2017, Lisbon, Portugal. pp.93-100, 2017
- [ACTI 17-10] **Dutu L.-C.**, Tissot J.-M., Dabic S., **Mauris G.**, **Bolon P.**, "A redundancy measure for efficient fuzzy rule-base reduction", *Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA)*, 2017 IEEE International Conference on, Jun 2017, Annecy, France. IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA 2017), pp. 147-152, 2017, <a href="https://doi.org/10.1109/CIVEMSA.2017.7995317">(doi.org/10.1109/CIVEMSA.2017.7995317)</a>
- [ACTI 17-11] Hadhri H., Vernier F., Atto A.M., Trouvé E., "Inverse Formulation of Temporal Closure and Proposed Solutions for Offset Tracking of Natural Scenes", *MultiTemp 2017*, Jun 2017, Bruges, Belgium. 2017
- [ACTI 17-12] **Hadhri H., Vernier F., Atto A.M., Trouvé E.,** "Traitement automatique de "time lapse" : application à la surveillance de glaciers alpins", *ORASIS 2017*, Jun 2017, Colleville-sur-Mer, France
- [ACTI 17-13] Hafsi M., Bolon P., Dapoigny R., "Detection and Localization of Underground Networks by Fusion of Electromagnetic Signal and GPR Images", 13th International Conference on Quality Control by Artificial Vision 2017, May 2017, Tokyo, Japan
- [ACTI 17-14] Hamidouche L., Monnet S., Bardolle F., Sens P., Refauvelet D., "EDWiN: leveraging device-

to-device communications for Efficient data Dissemination over Wi-Fi Networks", *The 31st IEEE International Conference on. Advanced Information Networking and Applications (AINA-2017)*, Mar 2017, Taipei, Taiwan

[ACTI 17-15] Hamidouche L., Monnet S., Sens P., Refauvelet D., "Toward heterogeneity-aware device-to-device data dissemination over Wi-Fi networks", *ICPADS 2017 - International Conference on Parallel and Distributed Systems*, Dec 2017, Shenzhen, China. Proceedings of the 23nd IEEE International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS 2017), 2017, <a href="https://futurenet.szu.edu.cn/icpads2017/">https://futurenet.szu.edu.cn/icpads2017/</a>

[ACTI 17-16] **Hoarau Q.**, Breloy A., **Ginolhac G.**, **Atto A.M.**, Nicolas J.M., "A subspace approach for shrinkage parameter selection in undersampled configuration for Regularised Tyler Estimators", *ICASSP* 2017, Sep 2017, New Orleans, United States. ICASSP 2017, pp.3291 - 3295, 2017, <u><</u> 10.1109/ICASSP.2017.7952765

[ACTI 17-17] Hoarau Q., Breloy A., Ginolhac G., Atto A.M., Nicolas J.-M., "Estimateur de Tyler régularisé dans le cas sous-déterminé. Application à la détection d'objets enfouis", *GRETSI 2017*, Sep 2017, Juan Les Pins, France

[ACTI 17-18] Jauvin M., Yan Y., Trouvé E., Fruneau B., Prebet R., "Combined use of spaceborne SAR interferometry and in-situ measurements for glacier monitoring in mountain areas", *IEEE International Conference on Computational Intelligence&Virtual Environments for Measurement Systems and Applications*, Jun 2017, Annecy-le-Vieux, France. 2017

[ACTI 17-19] Le Tellier M., Berrah L., Stutz B., Barnabé S., Audy J.-F., "From SCM to Eco-Industrial Park Management: Modelling Eco-Industrial Park's Symbiosis with the SCOR Model", Hermann Lödding; Ralph Riedel; Klaus-Dieter Thoben; Dimitris Kiritsis; Gregor von Cieminski. IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS), Sep 2017, Hamburg, Germany. Springer International Publishing, IFIP Advances in Information and Communication Technology, AICT-514 (Part II), pp.467-478, 2017, Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing

[ACTI 17-20] Lesniewska-Choquet C., Atto A.M., Mauris G., MERCIER G., "Image Change Detection by Possibility Distribution Dissemblance", *IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Jul 2017, Naples, Italy. 2017, <a href="https://www.fuzzieee2017.org/">https://www.fuzzieee2017.org/</a>)

[ACTI 17-21] Marandi A., Braun T., **Salamatian K.**, Thomos N., "BFR: A bloom filter-based routing approach for information-centric networks", 2017 IFIP Networking Conference (IFIP Networking) and Workshops, Jun 2017, Stockholm, France. IEEE, <a href="https://doi.org/10.23919/IFIPNetworking.2017.8264842">https://doi.org/10.23919/IFIPNetworking.2017.8264842</a>

[ACTI 17-22] Mian A., Ovarlez J.-P., **Ginolhac G.**, **Atto A.M.**, "Détection de changement sur images SAR monovariées par analyse temps-fréquence linéaire", *GRETSI 2017*, Sep 2017, Juan Les Pins, France. 2017

[ACTI 17-23] Mian A., Ovarlez J.-P., **Ginolhac G.**, **Atto A.M.**, "Multivariate Change Detection on High Resolution Monovariate SAR Image Using Linear Time-Frequency Analysis", *25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2017)*, Aug 2017, Kos Island, Greece. 2017, 2017 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO). <a href="https://doi.org/10.23919/EUSIPCO.2017.8081548">(10.23919/EUSIPCO.2017.8081548</a>)

[ACTI 17-24] Nguyen T.L., Coquin D., Boukezzoula R., "An Evidential System for Color Recognition Using Multi-cameras", IEEE International Conference on Computational Intelligence & Virtual Environments for Measurement Systems and Applications, Jun 2017, Annecy, France. IEEE CIVEMSA 2017, pp.89-93, 2017, <a href="https://doi.org/10.1109/CIVEMSA.2017.7995307">(10.1109/CIVEMSA.2017.7995307</a>)

- [ACTI 17-26] Ovarlez J.-P., **Ginolhac G.**, **Atto A.M.**, "Multivariate Linear Time-Frequency modeling and adaptive robust target detection in highly textured monovariate SAR image", 2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2017), Mar 2017, New Orleans, United States. ICASSP 2017, pp.4029 4033, 2017, <a href="https://doi.org/10.1109/ICASSP.2017.7952913">(10.1109/ICASSP.2017.7952913)</a>
- [ACTI 17-27] Papadopoulou M., Roche C., "Ontoterminology of Ancient Greek Garments", Université Savoie Mont-Blanc. *TOTh 2017. Terminology & Ontology: Theories and applications*, Jun 2017, Chambéry, France. 2018, TOTh Terminology & Ontology: Theories and applications. <a href="http://www.lcdpu.fr/livre/?GCOI=27000100836380">http://www.lcdpu.fr/livre/?GCOI=27000100836380</a>
- [ACTI 17-28] **Pourraz F.**, **Verjus H.**, **Mauris G.**, "Visual analytics for aiding decisions of ski touring itinerary in a risky snow avalanche environment", *Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA)*, 2017 IEEE International Conference on, Jun 2017, Annecy, France. IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA 2017), pp 187-192, 2017, <u>\lambda</u> 10.1109/CIVEMSA.2017.7995324
- [ACTI 17-29] Raoui-Outach R., Million-Rousseau C., Benoit A., Lambert P., "Deep Learning for automatic sale receipt understanding", *International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications*, Nov 2017, Montreal, Canada. 2017, <a href="http://www.ipta-conference.com/ipta17/">http://www.ipta-conference.com/ipta17/</a>
- [ACTI 17-31] Triaa W., Gzara L., **Verjus H.**, "Exploring the influence of Social software on Business Process Management", *IFAC*, Jul 2017, Toulouse, France. 50 (1), pp.12968 12978, 2017,  $\underline{\langle}$  https://www.ifac2017.org/ $\rangle$ .  $\underline{\langle}$  10.1016/j.ifacol.2017.08.1804 $\underline{\rangle}$
- [ACTI 17-32] **Vernier F.**, **Alloui I.**, "A Wise Object Framework for Distributed Intelligent Adaptive Systems", *ICSOFT 20177*, the 12th International Conference on Software Technologies, Jul 2017, Madrid, Spain. 2017
- [ACTI 17-33] Wang Y., Li Z., Xie G., Salamatian K., "Enabling automatic composition and verification of service function chain", 2017 IEEE/ACM 25th International Symposium on Quality of Service (IWQoS), , Jun 2017, Vilanova i la Geltru, Spain. 2017

#### Année 2016

[ACTI 16-1] Almeida B.-F.-A.-R., Roche C., Costa R., "Terminology and ontology development in the domain of Islamic archaeology", 12th International Conference on Terminology and Knowledge Engineering (TKE 2016), Jun 2016, Copenhague, Denmark. 12th International conference on Terminology

- [ACTI 16-2] Ben Ameur R., Valet L., Coquin D., "A Fusion System for Tree Species Recognition through Leaves and Barks", *IEEE SSCI in Feature Analysis*, *Selection*, and *Learning in Image and Pattern Recognition (IEEE FASLIP'16)*, Dec 2016, Athens, Greece. IEEE SSCI Symposium Series on Computational Intelligence, 2016, <a href="https://doi.org/10.1109/SSCI.2016.7850123">(10.1109/SSCI.2016.7850123</a>)
- [ACTI 16-3] Ben Ameur R., Valet L., Coquin D., "Fusion System Based on Belief Functions Theory and Approximated Belief Functions for Tree Species Recognition", *IEEE International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications*, Dec 2016, Oulu, Finland. IPTA2016, 6 p., 2016, <a href="https://doi.org/10.1109/IPTA.2016.7820955">10.1109/IPTA.2016.7820955</a>
- [ACTI 16-4] Ben Ameur R., Valet L., Coquin D., "Sub-Classification Strategies for Tree Species Recognition", *IEEE 23rd International Conference on Pattern Recognition*, Dec 2016, Cancun, Mexico. IEEE ICPR 2016, pp.2140-2145, 2016, \_<a href="https://doi.org/10.1109/ICPR.2016.7899952">\text{Ameur R., Valet L., Coquin D., "Sub-Classification Strategies for Tree Species Recognition", *IEEE 23rd International Conference on Pattern Recognition*, Dec 2016, Cancun, Mexico. IEEE ICPR 2016, pp.2140-2145, 2016, \_<a href="https://doi.org/10.1109/ICPR.2016.7899952">\text{Ameur R., Valet L., Coquin D., "Sub-Classification Strategies for Tree Species Recognition">\text{Notation Pattern Recognition}</a>, Dec 2016, Cancun, Mexico. IEEE ICPR 2016, pp.2140-2145, 2016, \_<a href="https://doi.org/10.1109/ICPR.2016.7899952">\text{Notation Pattern Recognition Strategies for Tree Species Recognition</a>, Dec 2016, Cancun, Mexico.
- [ACTI 16-5] Ben Hamida A., Benoit A., Lambert P., Chokri Ben A., "DEEP LEARNING APPROACH FOR REMOTE SENSING IMAGE ANALYSIS", SOILLE Pierre MARCHETTI Pier Giorgio. *Big Data from Space (BiDS'16)*, Mar 2016, Santa Cruz de Tenerife, Spain. Publications Office of the European Union, Proceedings of 2016 conference on Big Data from Space (BiDS'16), pp.133, 2016, (10.2788/854791)
- [ACTI 16-6] Breloy A., Sun Y., Babu P., **Ginolhac G.**, Palomar D., "Robust rank constrained kronecker covariance matrix estimation", *2016 50th Asilomar Conference on Signals*, *Systems and Computers*, Nov 2016, Pacific Grove, United States. pp.810 814, 2016, Signals, Systems and Computers, 2016 50th Asilomar Conference on. <a href="https://doi.org/10.1109/ACSSC.2016.7869159">10.1109/ACSSC.2016.7869159</a>)
- [ACTI 16-7] Breloy A., Sun Y., Prabhu B., **Ginolhac G.**, Pascal F., Palomar D., "A robust signal subspace estimator", 2016 IEEE Workshop on Statistical Signal Processing (SSP 2016), Jun 2016, Palma de Majorque, Spain
- [ACTI 16-8] Carvalho S., Costa R., Roche C., "LESS Can Indeed Be More: Linguistic and Conceptual Challenges in the Age of Interoperability", H. Erdman Thomsen, A. Pareja-Lora & B. N. Madsen (eds.). 12th International conference on Terminology and Knowledge Engineering (TKE 2016). Term Bases and Linguistic Linked Open Data., 2016, Copenhagen, Denmark. Copenhagen Business School, pp. 157-167, Term Bases and Linguistic Linked Open Data. Proceedings of the 12th International conference on Terminology and Knowledge Engineering (TKE 2016)
- [ACTI 16-9] Carvalho S., Costa R., Roche C., "Ontoterminology meets Lexicography: the Multimodal Online Dictionary of Endometriosis (MODE)", I. Kernerman, I. Kosem, S. Krek & L. Trap-Jensen (eds.),. GLOBALEX 2016: Lexicographic Resources for Human Language Technology Workshop at the 10th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'16)., 2016, Portoroz, Slovenia. Proceedings of GLOBALEX 2016: Lexicographic Resources for Human Language Technology Workshop at the 10th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'16)
- [ACTI 16-10] **Deffo Sikounmo C.**, **Benoit E.**, **Perrin S.**, "States measurement in a context of intelligent connected furnitures", 2016 Joint IMEKO TC1-TC7-TC13 Symposium "Metrology across the Sciences: Wishful Thinking?", Aug 2016, Berkeley, United States. 2016, To be published in IoP Science. <a href="http://www.imeko-tc7-berkeley-2016.org/">http://www.imeko-tc7-berkeley-2016.org/</a>
- [ACTI 16-11] **Dumond Y.**, "Forest Fire Spread Modelling In Practice", *The 2016 European Simulation and Modelling Conference*, Oct 2016, Las Palmas, Spain. pp.341-347, 2016

- [ACTI 16-12] **He H.**, **Vernier F.**, Ployon E., Villemin T., "3D displacement retrieval on a scaled model of mountain slope by virtual multi-view photogrammetry", *2nd Virtual Geoscience Conference*, 2016, Bergen, Norway
- [ACTI 16-13] Hoarau Q., Ginolhac G., Atto A.M., Nicolas J.-M., Ovarlez J.-P., "Robust Adaptive Detection of Buried Pipes using GPR", 24th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2016), Aug 2016, Budapest, Hungary. 2016 24th European Signal Processing Conference (EUSIPCO). <a href="https://doi.org/10.1109/EUSIPCO.2016.7760305">10.1109/EUSIPCO.2016.7760305</a>
- [ACTI 16-14] Jacquemont M., Woo J., Botzheim J., Kubota N., Sartori N., Benoit E., "Human-centric Point of View for a Robot Partner: A Cooperative Project between France and Japan", *Mecatronics-REM 2016*, Jun 2016, Compiegne, France. Proc of Int. Conf. Mecatronics-REM 2016, pp.164-169, 2016, <a href="http://mecatronics-rem2016.rbv.utc.fr/">http://mecatronics-rem2016.rbv.utc.fr/</a>
- [ACTI 16-15] Nguyen T.L., Coquin D., Boukezzoula R., "Recognition of Confusing Objects for NAO Robot", Carvalho, J.P., Lesot, M.-J., Kaymak, U., Vieira, S., Bouchon-Meunier, B., Yager, R.R. (Eds.). Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems, Jun 2016, Eindhoven, Netherlands. Springer International Publishing Switzerland 2016, CCIS 610 (PART 1), pp.262-273, 2016, Communications in Computer and Information Science. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-319-40596-4\_23">(10.1007/978-3-319-40596-4\_23</a>)
- [ACTI 16-16] Nguyen T., Méger N., Rigotti C., Pothier C., Andréoli R., "SITS-P2miner: Pattern-Based Mining of Satellite Image Time Series", European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases (ECML-PKDD) Demo, Sep 2016, Riva del Garda, Italy. pp.63-66, 2016, <a href="http://ecmlpkdd2016.org">http://ecmlpkdd2016.org</a>. <a href="http://ecmlpkdd2016.org">(10.1007/978-3-319-46131-1\_14</a>
- [ACTI 16-17] Pinheiro A., Atto A.M., Trouvé E., "Wavelet statistical analysis in multitemporal SAR images", *International Workshop on Statistical Modelling (IWSM)*, Jul 2016, Rennes, France. 2, IWSM Proceedings. <a href="http://www.lebesgue.fr/fr/content/sem2016-iwsm2016">http://www.lebesgue.fr/fr/content/sem2016-iwsm2016</a>)
- [ACTI 16-18] Risch A., Berrah L., Buhé C., Woloszyn M., Clivillé V., "Energy Efficiency Renovations in Residential Buildings: What Are the Key Variables in the Decision-Making? Evidence From France", CLIMA2016, May 2016, Aalborg, Denmark. Proceedings of the 12th REHVA World Congress
- [ACTI 16-19] Risch A., Berrah L., Clivillé V., "Aspect multicritère de la performance énergétique des bâtiments", 83èmes journées EWG-MCDA, Mar 2016, Barcelone, Spain. Actes des 83èmes journées EWG-MCDA, 2016, Actes des 83èmes journées EWG-MCDA
- [ACTI 16-20] Rizzon B., Galichet S., Clivillé V., "Aide à la décision multicritère dans un système de management de l'énergie", 83èmes journées de l'EWG MCDA, Mar 2016, Bercelone, Espagne. Actes des 83èmes journées de l'EWG MCDA, 2016, 83èmes journées de l'EWG MCDA
- [ACTI 16-21] Terrasse G., Nicolas J.-M., **Trouvé E.**, Drouet É., "Automatic Localization of Gas Pipes from GPR Imagery", *EUSIPCO*, Aug 2016, Budapest, Hungary
- [ACTI 16-22] Terrasse G., Nicolas J.-M., **Trouvé E.**, Drouet É., "Sparse Decomposition of the GPR Useful Signal from Hyperbola Dictionary", *EUSIPCO*, Aug 2016, Budapest, Hungary
- [ACTI 16-23] Triaa W., Gzara L., Verjus H., "Organizational agility key factors for dynamic business process management", 18th IEEE Conference on Business Informatics CBI 2016, Aug 2016, Paris, France. 2016

[ACTI 16-24] Voiron N., Benoit A., Lambert P., Ionescu B.-E., "Deep Learning vs Spectral Clustering into an active clustering with pairwise constraints propagation", IEEE. 14th International Workshop on Content-based d'astrophysique Indexing (CBMI 2016), Jun 2016, Bucarest, Romania. 2016 14th International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI), 2016, 2016 14th International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI). <a href="http://cbmi2016.upb.ro/">http://cbmi2016.upb.ro/</a>

[ACTI 16-25] Wang D., Li Z., Xie G., Ali Kaafar M., Salamatian K., "Adwords management for third-parties in SEM: An optimisation model and the potential of Twitter", *IEEE INFOCOM 2016 - The 35th Annual IEEE International Conference on Computer Communications*, May 2016, San Francisco, United States. IEEE INFOCOM 2016 - The 35th Annual IEEE International Conference on Computer Communications, 2016, <a href="https://doi.org/10.1109/INFOCOM.2016.7524581">10.1109/INFOCOM.2016.7524581</a>

[ACTI 16-26] Wang Y., Xie G., Li Z., He P., Salamatian K., "Transparent flow migration for NFV", 2016 IEEE 24th International Conference on Network Protocols (ICNP), , Nov 2016, Singapore, Singapore

[ACTI 16-27] Yan Y., Dehecq A., Trouvé E., Mauris G., Gourmelen N., Vernier F., "AN OVERVIEW TO REMOTELY SENSED DISPLACEMENT MEASUREMENTS FUSION: CURRENT STATUS AND CHALLENGES", IGARSS 2016 - 2016 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Jul 2016, Beijing, China

[ACTI 16-28] YUMING G., Bo D., Yi S., Libo t., Dajiang S., Yantao z., Xie G., Salamatian K., "A Comprehensive Investigation of User Privacy Leakage to Android Applications", *ICCN 2016 - 25th International Conference on Computer Communication and Networks*, Aug 2016, Hawai, United States. IEEE, Computer Communication and Networks (ICCCN), 2016 25th International Conference on, pp.1-6, \( \lambda \) 10.1109/ICCCN.2016.7568475\( \rangle \)

### Communication dans des congrès nationaux avec actes et comité de lecture

#### Année 2018

#### Année 2017

[ACTN 17-1] Boukezzoula R., Galichet S., Foulloy L., "De la régression floue conventionnelle à la régression graduelle : Analyse, réflexion et perspectives. Partie 1 : vision intervalliste", *Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Application*, Oct 2017, Amiens, France. Cepadues, Actes des rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2017), pp. 91-98, 2017

[ACTN 17-2] Boukezzoula R., Galichet S., Foulloy L., "De la régression floue conventionnelle à la régression graduelle : Analyse, réflexion et perspectives. Partie 2 : vision graduelle", Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2017), Oct 2017, Amiens, France. Cepadues, Actes des rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2017), pp. 99-106, 2017

[ACTN 17-3] Breloy A., Renaux A., **Ginolhac G.**, Bouchard F., "Borne de Cramér-Rao intrinsèque pour la matrice de covariance des distributions elliptiques complexes", *26eme Colloque GRETSI Traitement du Signal & des Images*, *GRETSI 2017*, Sep 2017, Juan-Les-Pins, France. 2017 - GRETSI - Actes de Colloque

[ACTN 17-4] Hadhri H., Vernier F., Atto A.M., Trouvé E., "Traitement automatique de time lapse : application à la surveillance de glaciers alpins", ORASIS 2017, journées francophones des jeunes chercheurs en vision par ordinateur, Jun 2017, Colleville-sur-Mer, France

#### Année 2016

[ACTN 16-1] Ben Ameur R., Valet L., Coquin D., Galichet S., "Système d'aide à la reconnaissance d'espèces d'arbres à partir d'une base de connaissance incomplète, partielle et conflictuelle", 25 ièmes rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2016), Nov 2016, La Rochelle, France. Actes des rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2016), 2016

[ACTN 16-2] Boukezzoula R., Galichet S., Foulloy L., "Sur les systèmes flous de type 2 en contrôle !", 25ièmes rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2016), Nov 2016, La Rochelle, France. Actes des rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2016), 2016

[ACTN 16-3] Galichet S., Boukezzoula R., "Modèles de régression : Comparaison des approches statistique et ensembliste", 25 ièmes rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2016), Nov 2016, La Rochelle, France. 2016, Actes des rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2016)

[ACTN 16-4] Hafsi M., Dapoigny R., Bolon P., "Détection automatique de canalisations enterrées par raisonnement sur des ontologies de domaine alimentées par des connaissances issues de mesures vibroacoustiques", 6èmes Journées Francophones sur les Ontologies JFO 2016, Oct 2016, Bordeaux, France. <a href="http://www.jf-ontologies.net/index.php">http://www.jf-ontologies.net/index.php</a>>

[ACTN 16-5] Pothier C., Andréoli R., **Méger N.**, Rigotti C., "Suivi de l'érosion par imagerie satellite et fouille de données spatio-temporelles", *Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur*, Jul 2016, Nancy, France. pp.1-8, 2016, <a href="https://jngg2016.sciencesconf.org">https://jngg2016.sciencesconf.org</a>

[ACTN 16-6] Raoui-Outach R., Million-Rousseau C., Benoit A., Lambert P., "Lecture automatique d'un ticket de caisse par vision embarquée sur un téléphone mobile", *RFIA 2016*, Jun 2016, Clermont-Ferrand, France. Actes RFIA 2016, 2016, <a href="http://rfia2016.iut-auvergne.com/">http://rfia2016.iut-auvergne.com/</a>

[ACTN 16-7] Terrasse G., Nicolas J.-M., **Trouvé E.**, Drouet É., "Détection automatique de réseaux enterrés par imagerie géoradar", *RFIA*, Jun 2016, Clermont-Ferrand, Fronce. 2016

#### Communications orales sans acte

#### Année 2018

[COM 18-1] Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., "Apports de l'assimilation des données géodésiques en volcanologie", PNTS 2018, Mar 2018, Grenoble, France

- [COM 18-2] Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., "Towards the Assimilation of Deformation Data for Eruption Forecasting", AOGS-EGU Joint Conference, Feb 2018, Tagaytay, Philippines
- [COM 18-3] Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., Jouanne F., Vandemeulebrouck J., "Forecasting the rupture of a magma chamber using sequential data assimilation: Application to Grímsvötn volcano, Iceland", *Cities on Volcanoes 10*, Sep 2018, Napoli, Italy
- [COM 18-4] Cuevas Valeriano L., Thomas J.-B., **Benoit A.**, "Deep learning for dehazing: Benchmark and analysis", *NOBIM 2018*, Mar 2018, Hafjell, Øyer, Norway. 2018
- [COM 18-5] **Hippert-Ferrer A., Yan Y., Bolon P.,** "Gap filling based on EOF analysis of temporal covariance of offset tracking displacement measurement time series", 19th General Assembly of Wegener, Sep 2018, Grenoble, France
- [COM 18-6] Jacq K., Coquin D., Perrette Y., Fanget B., Sabatier P., Debret M., Martinez Lamas R., Arnaud F., "Fusion of multiresolution hyperspectral and fluorescence images for the analysis of sediment cores", 2018 Chemometrics in Analytical Chemistry, Jun 2018, Halifax, Canada. 2018
- [COM 18-7] Jacq K., Perrette Y., Fanget B., Coquin D., Sabatier P., Debret M., Martinez Lamas R., Arnaud F., "Hyperspectral imaging for lake sediment cores analysis", 2018 IPA-IAL, Jun 2018, Stockholm Sweden. 5 (3), pp.735 743, 2018, \( \lambda 10.1137/0905052 \rangle \)
- [COM 18-8] Jacq K., Perrette Y., Fanget B., Coquin D., Sabatier P., Debret M., Martinez Lamas R., Arnaud F., "Micrometric mapping of total organic carbon in lake sediment cores combining fusion of multiresolution hyperspectral images and PLSR analysis", 2018 Chemometrics in Analytical Chemistry, Jun 2018, Halifax, Canada. 2018
- [COM 18-9] Jacquemont M., "GAMMALEARN: DEEP LEARNING APPLIED TO THE CHERENKOV TELESCOPE ARRAY (CTA)", ICVSS 2018 Computer Vision after Deep Learning, Jul 2018, Punta Sampieri, Italy
- [COM 18-10] Le Tellier M., Berrah L., Stutz B., Audy J.-F., Barnabé S., "A Review of Actions Towards Circular Economy for Business Park's Governance.", *Going Green CARE INNOVATION 2018*, Nov 2018, Vienne, Austria
- [COM 18-11] Marsy G., Vernier F., Bodin X., Castaings W., Trouvé E., "Détection automatique de zones en mouvement dans des séries d'images non recalées: application à la surveillance des mouvements gravitaires", Conférence française de photogrammétrie et télédétection, 2018, Marne la Vallée, France
- [COM 18-12] Roche C., "Ontology for Terminology: How to bring terminology to industrial applications in the digital world", *International Conference on Standardization of Language Resources and Translation and Interpreting Services*, Jun 2018, Hangzhou, China
- [COM 18-13] Roche C., Papadopoulou M., "Définition ontologique du terme. Le cas des vêtements de la Grèce antique", *Lexicologie Terminologie Traduction*, Sep 2018, Grenoble, France
- [COM 18-14] Yan Y., Trouvé E., Jauvin M., Prebet R., Hippert-Ferrer A., Méger N., Atto A.M., Vernier F., Bolon P., "Utilisation des séries temporelles d'images Sentinel-1 pour l'observation des glaciers des Alpes", PNTS 2018, Mar 2018, Grenoble, France

#### Année 2017

- [COM 17-1] Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., "Towards the assimilation of deformation data for eruption forecasting", MDIS, Oct 2017, Clermond Ferrand, France
- [COM 17-2] Foulloy L., Clivillé V., Berrah L., "Application d'un modèle flou de performance temporelle à l'amélioration du TRS", 12ème Congrès International de Génie Industriel, May 2017, Compiègne, France. 2017
- [COM 17-3] Jacq K., Martinez Lamas R., Perrette Y., Fanget B., Debret M., Coquin D., Sabatier P., Arnaud F., Toucanne S., Deloffre J., Riboulot V., "Hyperspectral Imaging for high resolution, non-destructive and fast analysis of sediment cores: application to Lake Le Bourget and Black Sea sediment cores.", International Meeting of Sedimentology, Oct 2017, Toulouse, France. 2017
- [COM 17-4] **Jauvin M.**, **Yan Y.**, Fruneau B., **Trouvé E.**, "First results of ground displacement monitoring in Paris with Sentinel-1 A/B time series", *Fringe 2017*, Jun 2017, Helsinki, Finland
- [COM 17-5] Jauvin M., Yan Y., Trouvé E., Fruneau B., "Combined use of Sentinel-1 A/B interferometry and corner reflectors for glacier and surrounding moraines monitoring in the Chamonix Valley (France)", MDIS 2017, Oct 2017, Clermond Ferrand, France
- [COM 17-6] Jauvin M., Yan Y., Trouvé E., Fruneau B., "Monitoring of moraine and glacier movements in the Chamonix Valley (France) by means of Sentinel-1 A/B interferometry", *Fringe 2017*, Jun 2017, Helsinki, Finland
- [COM 17-7] Lesniewska-Choquet C., Mauris G., Atto A.M., "Comparison of Probability-Possibility Transformations by Dissimilarity Measures in a Context of Change Detection", *LFA*: Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications, Oct 2017, Amiens, France. 2017
- [COM 17-8] Mansencal B., Benois-Pineau J., Bredin H., **Benoit A.**, **Voiron N.**, **Lambert P.**, Le Borgne H., Popescu A., Ginsca A., Quénot G., "IRIM at TRECVID 2017: Instance Search", *TRECVid workshop 2017*, Nov 2017, Gaithersburg, Maryland, United States
- [COM 17-9] Pham M.-T., MERCIER G., Trouvé E., Lefèvre S., "SAR image texture tracking using a pointwise graph-based model for glacier displacement measurement", *IGARSS*, 2017, Fort Worth (TX), United States. 2017, <a href="https://doi.org/10.1109/IGARSS.2017.8127144">10.1109/IGARSS.2017.8127144</a>
- [COM 17-10] Terrasse G., Nicolas J.M., **Trouvé E.**, "Méthode de séparation de sources appliquée aux données géoradar", *GRETSI*, Sep 2017, Juan-les-pins, France
- [COM 17-11] Yan Y., Trouvé E., Prebet R., Jauvin M., "Extraction d'informations de déplacement à partir de séries temporelles d'images SAR: Applications aux glaciers Alpins", GdR ISIS: Série d'images multitemporelles à haute revisite, Oct 2017, Toulouse, France

#### Année 2016

[COM 16-1] Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., "Assimilating GPS and InSAR Data to Forecast Volcanic

Eruptions", Colloque National d'Assimilation de données, Nov 2016, Grenoble, France

[COM 16-2] Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., "Volcano Deformation and Eruption Forecasting using Data Assimilation: Building the Strategy", AGU, Dec 2016, San Francisco, United States

[COM 16-3] Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., "Volcano Deformation and Eruption Forecasting using Data Assimilation: Case of Grimsvötn volcano in Iceland", *EGU 2016*, Apr 2016, Vienne, Austria. 2016

[COM 16-4] George S., Coquin D., Joliveau T., Malécot V., Tougne L., "Conception d'applications ludo-éducatives mobiles en botanique", *Ludovia 2016*, Aug 2016, Ax-les-Thermes, France. 2016

[COM 16-5] **Hafsi M.**, **Dapoigny R.**, **Bolon P.**, "Détection automatique de canalisations enterrées par raisonnement sur des ontologies de domaine alimentées par des connaissances issues de mesures vibroacoustiques", *6èmes Journées Francophones sur les Ontologies JFO 2016*, Oct 2016, Bordeaux, France. <a href="http://www.if-ontologies.net/index.php">http://www.if-ontologies.net/index.php</a>)

[COM 16-6] Mansencal B., Benois-Pineau J., Bredin H., **Benoit A.**, **Voiron N.**, **Lambert P.**, Quénot G., "IRIM at TRECVID 2016: Instance Search", *TRECVid workshop 2016*, Nov 2016, Gaithersburg, Maryland, United States. 2016, TRECVid workshop proceedings. <a href="http://www-nlpir.nist.gov/projects/trecvid/">http://www-nlpir.nist.gov/projects/trecvid/</a>)

[COM 16-7] Pericault Y., Pothier C., **Méger N.**, **Trouvé E.**, **Vernier F.**, Rigotti C., Malet J.-P., "Grouped frequent sequential patterns derived from terrestrial image time series tomonitor landslide behaviour - Application to the dynamics of the Sanières/Roche Plombée rockslide.", *Geophysical Research Abstracts - EGU General Assembly 2016*, Apr 2016, Vienna, Austria. <a href="http://www.egu2016.eu/">http://www.egu2016.eu/</a>

[COM 16-8] Roche J., Zhang Z., "Neologism in Chinese: borrowing western terms using a clustering approach", Workshop TOth 2016, Neology in Terminology, Nov 2016, Paris, France

[COM 16-9] Wei T., Jia Y., Zhang Z., Roche J., Roche C., "Improved hybrid semantic similarity algorithm for terminology application", *International Conference on Natural Computation and Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, Aug 2016, ChangSha, China

[COM 16-10] Yan Y., Barth A., Beckers J.-M., Brankart J.-M., Brasseur P., Candille G., "Comparison of different IAU schemes in a realistic assimilation system with Ensemble Kalman Filter", *Colloque National d'Assimilation de données*, Nov 2016, Grenoble, France

[COM 16-11] Yan Y., Barth A., Beckers J.-M., Brankart J.-M., Brasseur P., Candille G., "Comparison of different incremental assimilation schemes in an operational assimilation system with Ensemble Kalman Filter", *EGU* 2016, Apr 2016, Vienne, Austria. 2016

[COM 16-12] Yan Y., Barth A., Beckers J.-M., Brankart J.-M., Brasseur P., Candille G., "Implementation of different IAU schemes with the NEMO NATL025 ocean circulation model using Ensemble Kalman Filter", 1st NEMO data assimilation working group meeting, Jun 2016, Grenoble, France

# Annexe 2 - Participations à des comités de lecture de revues

NOM	Nom revue
Atto A. (5)	AMS Mathematical Reviews , IEEE IT, IEEE TIP, IEEE TGRS, IEEE TSP, IEEE SPL, IEEE GRSL, IEEE JSTARS
Benoit A. (10)	IEEE Image Processing, IEEE JSTAR, IEEE TGRS, Springer MTAP
Benoit E. (7)	Acta IMEKO, Measurement, ouvrages Springer
Berrah L. (20)	Elsevier EAAI, Taylor & Francis IJPR, Computers in Industry EIS = Enterprise Information System.
Bolon Ph. (5)	Pattern Recognition, Pattern Recognition Letter, J. of Electonic Imaging
Boukezzoula R. (23)	IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Fuzzy Sets and Systems, International Journal of Advanced Research , INS
Clivillé V. (3)	International Journal of Production Research (IJPR), International Journal of Multicriteria Decision Making (IJMCDM)
Coquin D. (12)	IEEE Image Processing, Fuzzy Sets and Systems, Pattern Recognition Letters, Computational Intellignece, Biological Systems, IEEE PAMI, IEEE tr. on Image Processing, IEEE tr. on Fuzzy Systems, Elsevier Information Sciences (INS), International Journal of Multimedia Information Retrieval
Dapoigny R. (4)	Applied Ontology
Dumond Y. (1)	Disaster Prevention and Management : An international journal" (Emerald)
Galichet S. (10)	Fuzzy Sets and Systems, IEEE Trans. on Fuzzy Systems, Information Sciences, Engineering Applications of Artificial Intelligence
Ginolhac G. (30)	IEEE Trans. on Sig. Pro, IEEE Trans. on Aero. and Elec. Syst., IEEE Trans. on Geo. and Remote Sensing, IEEE Sig. Proc. Letters, Elsevier Signal Processing
Huget M.Ph. (8)	IARIA Journals, MultiAgent and Grid Systems, Software and Systems  Modelling
Lambert P. (7)	Springer MTAP, Electronics Letters, Signal Processing and Image Communication
Mauris G. (8)	IEEE Trans. On Instrumentation and Measurement, Fuzzy Sets and Systems, International Journal of Approximate Reasoning, IEEE Transactions on Fuzzy Systems
Méger N. (3)	IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (JSTARS). — Knowledge And Information Systems (KAIS), Computing
Monnet S. (3)	Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS), The computer journal - Oxford, Theory of Computing Systems (TOCS)
Salamatian K (20).	IEEE Transaction on Networking, IEEE Transaction on Information Theory, IEEE transaction on Communications, IEEE transactions on Computer
Trouvé E. (9)	IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on Image Processing, Revue Française de Photogrammétrie et Télédétection
Verjus H. (1)	International Journal of Communication Networks and Distributed Systems
Yan Y. (4)	Earth Science Informatics, Ocean Dynamics, Remote Sensing, International Journal of Remote Sensing, Geomatics, Natural Hazards and Risk

# Annexe 3 - Projets et Contrats

## **Projets internationaux**

Programme	Période	Acronyme	Titre	Rôle*	Responsable scientifique	Montant total
FP7 ICT-FIRE  Networks of  Excellence	01/2017 - 05/2017 (reversement après la fin du projet	<u>EINS</u>	European InterNet Science	WP C	K. Salamatian	239 k€ 100 k€
FP7	12/2013 - 11/2016 01/2017- 12/2017 (reversement après la fin du projet	ATHENA+	Access to cultural heritage networks for Europeana	P	Ch. Roche	49 k€ 13 k€
H2020	07/2014 - 11/2016 (reversement après la fin du projet) 01/2018 - 12/2018 (reversement après la fin du projet)	Gains	Geopolitics-Aware Internet Strategies	WP C	K. Salamatian	151 k€ 27 k€
H2020	01/2017 - 12/2019	<u>LightKone</u>	Lightweight Computation for Networks at the Edge	Ext.	S. Monnet	0 k€
Interreg	06/2016 - 05/2019	Transfrontour	Accompagner la mise en réseau des acteurs touristiques autour du Léman		H. Verjus	0 k€
Projet financé sur le projet H2020 ASTERICS	10/2017 - 03/2019	GammaLearn	Deep Learning applied to the Cherenkov Telescope Array	Ext.	P. Lambert	0 k€

LEFE L'INSU CNRS	de du	02/2016 - 01-2018	SAM-NG	Système d'Assimilation SAM-NG Mercator Nouvelle Génération		Y. Yan	0 k€
Dragon-4 ESA	-	2017 - 2020		Observation of surface velocity over ice covered terrain with microwave and multispectral imager	Ext.	Y. Yan	0 k€
Interreg		09/2018 - 06/2022 pour information car hors période rapport	CIME	Choix d'Itinéraire de MontagnE	С	F. Pourraz,	235 k€

C = Coordinateur;

WP C = Coordinateur d'un WorkPackage;

P = Partenaire;

Ext. = Le LISTIC n'est pas partenaire, mais des membres du LISTIC font partie du projet

## **Projets nationaux**

Programme	Période	Acronyme	Titre		Responsable scientifique	Montant total
ANR 2014	10/2014 09/2019	VIP Mont Blanc	VItesses des Processus contrôlant les évolutions morphologiques et environnementales du massif du Mont Blanc	P	F. Vernier	14 k€
ANR 2015 Jeune Chercheur	10/2015 09/2020	PHOENIX	Parcimonie, observations non-stationnaires de grandes dimensions, modélisation des séries chronologiques d'images et télédétection	С	A. Atto	251 K€
ANR 2015	10/2015 09/2020	ReVeRIES	Reconnaissance de Végétaux Récréative, Interactive et Educative sur Smartphone	Р	D. Coquin	81 k€
ANR 2017	10/2016 09/2021	RainbowFS	Cohérence modulaire et conception conjointe d'un système de fichiers massif	Р	S. Monnet	114 k€
ANR 2018 (ASTRID)	01/2018 12/2020	<u>Margarita</u>	Nouvelles Techniques Robustes et d'Inférences pour le Radar Adaptatif Moderne <u>Margarita</u>	С	G. Ginolhac	71 k€
Prestation Supélec	01/2017 12/2019	SONDRA	Développement d'algorithmes robustes pour le STAP	С	G. Ginolhac	14 k€
CNES TOSCA	01/2018 12/2019	AssimSAR	Assimilation des données SAR acquises en contexte volcanique	P.	Y. Yan	0 k€

C = Coordinateur;

WP C = Coordinateur d'un WorkPackage;

P = Partenaire;

Ext. = Le LISTIC n'est pas partenaire, mais des membres du LISTIC font partie du projet

## Projets avec des partenaires non académiques

Programme	Période	Acronyme	Titre	Rôle*	Responsable scientifique	Montant
FUI	10/2013 12/2017	<u>G4M</u>	Géodétection MultiMatériaux Multi Métiers	Р	E. Trouvé	241 k€
Conseil	12/2000 07/2018	TOTAL	Activité de conseil en Traitement d'Images auprès de la société TOTAL	С	Ph. Bolon	18 k€ / an
Contrat accompt thèse	04/2018 04/2021	TOTAL	Détection automatique d'hydrocarbures à la surface de la mer par analyse d'images	С	A. Benoit / Ph. Bolon	135 k€
Contrat accomp <sup>t</sup> thèse CIFRE	06/2014 05/2017	ABOUTGOODS	Lecture automatique de tickets de caisse	С	P. Lambert	11 k€
Contrat accomp <sup>t</sup> thèse CSMB	01/2016 12/2018	MILLIBOO	Le meuble connecté intelligent	С	K. Salamatian	9 k€
Contrat accomp <sup>t</sup> thèse CSMB	10/2015 09/2018	ALITER MIRE	Mesure des Déformations de surface par Imagerie Radar satellitaire -	С	E. Trouvé	16 k€
Prestation	01/2016 12/2016	ENGIE	Formation deux doctorants sur utilisation géoradar GPR	С	E. Trouvé	4 k€
Prestation	01/2016 12/2016	SOMFY	Accompagnement big data	С	K. Salamatian	5 k€
Prestation	01/2017 12/2017	PFEIFFER	Expertise en vue de la défense du brevet	С	N. Méger	2 k€
Prestation	01/2018 12/2018	CETIM	Analyse statistique des données	С	S. Galichet	6 k€
Contrat accomp <sup>t</sup> thèse CSMB	10/2017 09/2020	TENEVIA	Développement d'un dispositif de suivi 4D	С	F. Vernier	13 k€

<sup>\*</sup> C = Coordinateur ; P = Partenaire ;

# Annexe 4 : Liste des thèses soutenues sur la période du rapport

## Thèses internes au LISTIC

Nom	Prénom	Prénom Date de soutenance Sujet		Durée thèse
HAMADMAD	Hakam	Hakam 17/01/2017 Définition d'une expression temporelle de la performance : application au pilotage des démarches d'amélioration industrielle		49 mois
NGUYEN	Thanh Long	05/04/2017	Fusion multi-capteurs pour la commande du robot humanoïde NAO	42 mois
TAN	Zhangyun	19/12/2016	Invariances statistiques et géométriques pour l'analyse des textures.	
BEN AMEUR	Rihab	04/06/2018	Fusion multimodale pour la reconnaissance d'espèces d'arbres	

## Thèses co-dirigées ou co-encadrées, externes au LISTIC

Nom	Prénom	Labo / Univ.	Date de soutenance	Sujet
ВАТО	Marie Grace	ISTerre / USMB	02/07/2018	Vers une assimilation des données de déformation en volcanologie / ED Grenoble / V. Pinel
TRIAA	Wafa	GSCOP / UGA	21/10/2018	Gestion agile de processus métier : proposition d'une approche tirée par les compétences
HAMIDOUCHE	Lyes	LIP6 / UPMC	21/06/2018	Partage et réplication de données sur des réseaux mobiles
YANG	F.	Chinese Academy of Science	07/2018	Vehicular Networks
TERRASSE	Guillaume	Télécom ParisTech	28/03/2017	Géodétection des Réseaux Enterrés par Imagerie Radar

## Annexe 5 : Liste des thèses en cours internes au LISTIC

Nom	Prénom	Date début thèse	Sujet
CARVALHO	Sara	10/2012	Proposition d'organisation des connaissances dans le domaine de l'Endométriose : une question de terminologie
RAOUI	Rizlène	05/2014	Lecture automatique de tickets de caisse par vision embarquée sur téléphone mobile et interprétation par couplage à un système de web sémantique.
ROCHE	Julien	05/2014	Terminologie multilingue : l'approche ontologique.
ZHANG	Zhenling	05/2014	Formation des termes et néologisme en terminologie : appliquée à la langue chinoise.
ALMEIDA	Bruno	10/2014	Terminologie et organisation de la connaissance du patrimoine culturel
HAFSI	Meriem	10/2014	Traitement contextuel des images géo-radars par fusion de connaissances
HOARAU	Quentin	10/2014	Détection/localisation de canalisations enterrées par imagerie radar basée sur des approches de réduction de dimension
BEN HAMIDA	Amina	10/2015	Indexation par le contenu pour la recherche et la navigation dans de très grandes bases d'images satellitaires
DEFFO SIKOUNMO	Cédric	10/2015	Le meuble connecté intelligent
JAUVIN	Matthias	10/2015	Mesure des Déformations de surface par Imagerie Radar satellitaire - Application à la surveillance des Territoires de Montagne et de l'Impact de grands Chantiers
NGUYEN	Tuan	10/201	Prise en compte de la qualité des données lors de l'extraction et de la sélection d'évolutions dans les séries temporelles de champs de déplacements en imagerie satellitaire
SU	Jingxiu	01/2016	Architecture des systèmes de distribution de contenu-Economie du Web
HADHRI	Héla	03/2016	Analyse de séries temporelles d'images stéréoscopiques : application à l'observation des milieux naturels
LESNIEWSKA- CHOQUET	Charles	10/2016	Représentations Possibilistes Parcimonieuses de Processus Stochastiques ; Application à la Recherche d'Information dans les Bases d'Images Satellitaires
HIPPERT FERRER	Alexandre	10/2017	Analyse et reconstruction de données manquantes dans des séries temporelles d'images Sezntinel-1 : Applications aux mesures de déplacement du glacier d'Argentière.
MARSY	Guilhem	10/2017	Apport de l'imagerie optique "time-lapse" stéréoscopique pour la quantification à haute résolution spatio-temporelle (4D) des dynamiques de versants en montagne.
JACQUEMONT	Mikaël	10/2017	Utilisation des réseaux de neurones profonds pour l'analyse 3D du rayonnement gamma.
MAUFFRET	Etienne	10/2017	Gestion de données distribuées à grande échelle - placement, indexation, cohérence modulaire et tolérance aux fautes.

RAMOS	Margarida	03/2017	Représentation des connaissances et teminologie : application à l'industrie du liège
WEI	Tong	09/2017	Terminologie à l'air numérique : contribution de l'intelligence artificielle
AMRI	Emna	05/2018	Détection automatique d'hydrocarbure à la surface de la mer par analyse d'images et séries temporelles d'images radar

# Annexe 6 : Liste des thèses en cours co-dirigées ou co-encadrées, externes au LISTIC

Nom	Date début thèse	Etablissement inscription	Co-encadrant	Sujet
CARVER D.	04/2015	UPMC (EDITE) - LIP6	S. MONNET	Virtualisation et partitionnement de la mémoire : vers un dimensionnement automatique des caches d'entrée/sortie
MARANDI A.	05/2015	Université de Bern	K. SALAMATIAN	NDN and Network Coding
RU J.	07/2016	Chinese Academy of Science	K. SALAMATIAN	Network Fonction Virtualisation Service Chain load modelling
WANG Y.	07/2016	Chinese Academy of Science	K. SALAMATIAN	NFV control plan management
JACQ K.	10/2016	USMB (SISEO) - D. COO		Traitement d'images multispectrales et spatialisation des données pour la caractérisation de la matière organique des phases solides naturelles
MIAN A.	10/2016	Univ. Paris Saclay (STIC) - SONDRA Supélec	G. GINOLHAC	Exploitation of Time Series of SAR or Hyperspectral Images
LETEILLER M.	11/2016	USMB (SISEO) - LOCIE	L. BERRAH	Modèle d'évaluation de la performance et d'aide à la décision pour le développement des éco- parcs d'activité : application aux contextes français et québécois.

# Annexe 7 : Participation à des jurys de thèse et HDR

		R =		<u> </u>	
Nom	T = Thèse H = HdR	Rapporteur E = Examinateur P = Président	mois/année	Université	Nom du candidat
Ph. Bolon	Т	P	10/2017	INP-Toulouse	M. Legoff
Ph. Bolon	Т	P	12/2017	Bordeaux	S. Doghraji
D. Coquin	Т	R	03/2016	Compiègne	Gen Yang
D. Coquin	Т	E	05/2017	Grenoble Alpes	Quentin Labourey
D. Coquin	Т	R	07/2018	Artois	Sabrine Mallek
S. Galichet	Т	P	07/2017	INSA Lyon	Sergio Peignier
S. Galichet	Т	R	03/2018	Littoral / Côte d'Opale	Ali Darwich
S. Galichet	Т	R	05/2018	ENSTA-Bretagne / Bretagne Loire	Benoit Desrochers
G. Ginolhac	Т	R	11/2017	Toulouse	Marie Lasserre
G. Ginolhac	Т	R	12/2017	Toulouse	Fabio Manzoni
G. Ginolhac	Т	R	12/2016	ENS Paris Saclay	Abigaël Taylor
G. Ginolhac	Т	Р	04/2018	Grenoble Alpes	Saloua Chlaily
P. Lambert	Т	R	12/2016	Bourgogne	Jessica El Khoury
P. Lambert	Т	R	05/2017	Toulouse	Philippe Saade
P. Lambert	Н	E	06/2017	Toulouse	Philippe Montesinos
P. Lambert	Н	R	06/2017	Sfax - Tunisie	Mahmoud Mejdoub
P. Lambert	Т	R	12/2017	Toulouse	François-Xavier Decroix
P. Lambert	Т	Р	05/2018	Cergy	Vu-Lam Nguyen
S. Monnet	Т	Р	04/2018	Sorbonnes Université	Alejandro Tomsic
S. Monnet	Т	R	12/2017	ENS Rennes	Orcun Yldiz
S. Monnet	Т	R	12/2016	Rennes 1	Javier Olivares
S. Monnet	Т	R	11/2016	Montpellier	Ji Liu
Ch. Roche	Н	R	12/2016	Franche-Comté	Izabella Thomas
Ch. Roche	Т	R	02/2017	Lumière Lyon 2	Olena Orobinska

Ch. Roche	Н	R	11/2017	NOVA de Lisbonne	Rute Costa
K. Salamatian	Т	E	08/2018	Paris VIII	Alix Desforges
K. Salamatian	Т	R	09/2018	Toulouse	Gilles Roudière
K. Salamatian	Т	Р	10/2017	Grenoble Alpes	Franck de Goer de Herve
K. Salamatian	Т	Р	04/2018	Grenoble Alpes	Rodrigo Dorantes
K. Salamatian	Т	R	07/2016	Nice	Riccardo Ravaioli
K. Salamatian	Т	R	12/2017	Pierre et Marie Curie	Thi-Minh Nguyen
K. Salamatian	Т	R	12/2016	Pierre et Marie Curie	Riad Mazloum
E. Trouvé	Т	Р	09/2016	Télécom Bretagne	Minh-Tan Pham
E. Trouvé	Т	R	11/2016	Aix-Marseille	Valentine Wasik
E. Trouvé	Т	Р	11/2016	Télécom ParisTech	Flora Weissgerber
E. Trouvé	Т	R	01/2017	Bordeaux	Ioana Ilea
E. Trouvé	Т	R	12/2017	INRS (Québec)	Yannick Duguay
E. Trouvé	Т	R	12/2017	Paris Saclay	Guillaume Brigot
E. Trouvé	Т	R	04/2018	Saint- Etienne/Lyon	Frédéric Jolivet
E. Trouvé	Н	R	05/2018	Paris Saclay	Hélène Oriot
E. Trouvé	Т	R	05/2018	Bretagne-Loire	Adeline Bailly
H. Verjus	Т	Е	03/2017	Bourgogne	David Lechevalier