

Vague A : Campagne d'évaluation 2014 - 2015

Unité de recherche

Dossier d'évaluation

Nom de l'unité : Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance

Acronyme : LISTIC

Nom du directeur pour le contrat en cours : Sylvie GALICHET

Nom du directeur pour le contrat à venir : Patrick LAMBERT

Type de demande :

Renouvellement à l'identique

Restructuration

Création ex nihilo

Choix de l'évaluation interdisciplinaire de l'unité de recherche :

Oui

Non

I. DOSSIER D'ÉVALUATION

1. Présentation de l'unité

Le LISTIC a été créé au cours de l'année 2002, par fusion des anciens laboratoires LAMII et LLP, et reconnu comme équipe d'accueil (EA 3703) au 1er janvier 2003. L'objectif principal était de regrouper des masses critiques autour de projets communs, associant des compétences issues des sections 27 et 61 du CNU.

Laboratoire rattaché à la composante Polytech Annecy-Chambéry de l'Université Savoie Mont-Blanc, le LISTIC est hébergé dans les locaux de l'école d'ingénieurs. Regroupant des enseignants-chercheurs intervenant très majoritairement dans les formations à caractère professionnalisant et technologique du site annécien (formations ingénieurs de Polytech, départements de l'IUT d'Annecy, département Technologie et Management de l'IAE), le laboratoire est installé sur le site d'Annecy-le-Vieux mais possède, tout comme Polytech, une antenne sur le site du Bourget-du-Lac lui permettant d'accueillir des enseignants-chercheurs de la composante SFA (Sciences Fondamentales et Appliquées) de l'université.

A deux reprises, le LISTIC a fait une demande d'association au CNRS dans le cadre du département STIC (sessions de printemps 2004 et 2006) qui, malgré un avis très positif de la part du Comité National (section 07), n'a pas abouti. L'évaluation AERES précédente s'est conclue par une note B de l'unité, ressentie comme un échec par les personnels du laboratoire et vécue comme une injustice par rapport à d'autres unités de l'université. C'est donc avec un sentiment de découragement des personnels que s'est ouvert le présent contrat quadriennal, situation que s'est efforcée d'apaiser la direction du laboratoire en mettant progressivement en place une nouvelle organisation du LISTIC, à l'écoute des enseignants-chercheurs. Aujourd'hui, le laboratoire a retrouvé un véritable allant avec une bonne adhésion de ses membres tant sur la manière de fonctionner que sur le projet.

Politique scientifique

Le projet scientifique du LISTIC, élaboré lors de la constitution du laboratoire, est centré 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.

La finalité de la fusion est l'amélioration de la prise de décision que cette dernière soit in fine laissée à l'initiative d'un expert humain ou automatisée dans le cadre des systèmes informatisés. Dans le premier cas, le système de fusion produit une aide à la décision utile à l'utilisateur ou au décideur final, dans le second transmet la décision, éventuellement partielle ou contextuelle, à un système dédié à une tâche ultérieure. Cette deuxième vision permet également l'intégration d'un système de fusion spécialisé dans un système de fusion plus général. Elle est en adéquation avec la vision mise en avant dans le projet scientifique du LISTIC qui consiste à penser le système de fusion comme la composition d'un ensemble de traitements d'informations : extraction, représentation, combinaison, décision, réalisés par des composants de fusion spécialisés, interconnectés selon un modèle adapté.

Le laboratoire a mis en place dès l'été 2010 la restructuration proposée dans le projet soumis à l'AERES pour la période 2011-2014. Le LISTIC ne compte plus qu'une **seule équipe** regroupant l'ensemble des enseignants-chercheurs. L'organisation interne a été articulée autour des quatre thèmes identifiés dans le projet. Si cette restructuration a permis de susciter des collaborations internes jusqu'alors inexistantes et de développer une réelle culture « mixte » associant des compétences des sections CNU 27 et 61, elle a rapidement fait apparaître la nécessité de repenser les thèmes de façon à être plus en phase avec la réalité terrain. La grille de lecture matricielle des thèmes en deux axes disciplinaires (modélisation des systèmes concurrents, extraction et fusion d'informations) et deux champs d'expérimentation privilégiés (signaux, systèmes) a ainsi été abandonnée au profit d'une organisation de l'activité en **trois groupes** reflétant à la fois les trois composantes essentielles de la fusion (extraction et représentation, combinaison et décision, modèle et architecture de fusion) et les domaines associés (traitement du signal et des images, systèmes, réseaux et logiciels). Plus précisément, les trois groupes mis en place sont désignés par les acronymes **MIT**, **FIAD** et **RSLR** pour « Modèles, Images et Télédétection », « Fusion d'Information pour l'Aide à la Décision » et « Réseaux et Systèmes Logiciels Répartis ».

L'évaluation AERES du laboratoire en 2010 a conduit la direction à se fixer les **objectifs scientifiques** suivants en cohérence avec les recommandations exprimées par les experts et en accord avec les groupes mis en place suite à la visite de notre comité scientifique en juillet 2012 :

- **développer des méthodes originales d'analyse des images multi-variées**, en particulier les séries temporelles, en exploitant la redondance et la complémentarité des données pour l'extraction et la fusion d'informations sur la dynamique de la scène ;
- **renforcer l'intégration système de la fusion** en adoptant une vision plus large de l'intégration d'informations disparates et imparfaites et en associant une évaluation globale et synthétique des performances des systèmes de fusion ;
- **développer des modèles et des méthodes** prenant en compte les propriétés de **répartition des systèmes logiciels** pour répondre à des contraintes non fonctionnelles issues, soit des supports d'exécution, soit de l'architecture logicielle considérée, ou encore des utilisateurs de ces systèmes.

En complémentarité de ces objectifs scientifiques, le LISTIC s'est fixé pour ce contrat les **objectifs opérationnels** suivants :

- **renforcer la cohésion des membres** du laboratoire autour de son projet scientifique en améliorant l'organisation interne, en développant l'animation scientifique et en impliquant chacun selon ses compétences et aspirations dans des projets associant travaux méthodologiques et recherche finalisée ;
- **améliorer la production scientifique** en développant les collaborations au sein du laboratoire et les partenariats académiques dans le cadre de projets ;
- **augmenter la formation doctorale** en développant les partenariats académiques à l'international et les collaborations industrielles pour l'innovation par la recherche.

La mise en œuvre de ces objectifs, tant scientifiques qu'opérationnels, a conduit le laboratoire à repenser son organisation pour aboutir à la structuration adoptée dans la suite de ce document et validée lors de l'assemblée générale du laboratoire en décembre 2012. Cette nouvelle organisation ainsi que le positionnement scientifique des trois groupes mis en place (MIT, FIAD et RSLR) a eu l'approbation de notre comité scientifique en juin 2014.

Profil d'activités

Unité/Équipe	Recherche académique	Interactions avec l'environnement	Appui à la recherche	Formation par la recherche	Total
Ensemble	40	20	10	30	100 %

Organisation et vie de l'unité

Effectifs

Au 30/6/2014, le laboratoire est composé de 34 enseignants-chercheurs, chiffre stable puisque les départs en retraite ont été compensés par des recrutements. Au cours du contrat, le LISTIC a ainsi accueilli A. Atto (MCF) et G. Ginolhac (PR). De plus, D. Coquin a été promu PR. La répartition des enseignants-chercheurs selon leur catégorie et leur composante de rattachement est donnée dans le tableau suivant :

	IUT	Polytech	SFA	IAE	Total
PR	1	8	1		10
MCF	11	7	3	3	24
Total	12	15	4	3	34

Le « service informatique » du LISTIC est constitué de 1 IGR et 1 ASI, le « service administratif » de 1 ADJANES et 1 AJT, occupant respectivement leur poste à 80% et 80%. Un congé parental de la personne occupant le poste AJT a entraîné, sur la période du contrat en cours, une succession de postes contractuels.

Organisation

Le comité scientifique du LISTIC, mis en place dès la phase de création du laboratoire, est composé de quatre experts extérieurs qui ont accepté de donner leur avis sur la démarche scientifique mise en œuvre au laboratoire et de nous conseiller sur la stratégie à suivre. Ce comité se réunit à deux reprises à l'échelle du contrat quadriennal/quinquennal. Dans le but d'éviter les à-coups, un processus de renouvellement partiel de la composition du comité est mis en œuvre. Durant le présent contrat, le comité entériné par l'USMB dans sa version renouvelée, est composé d'Alain Appriou (ONERA), Isabelle Bloch (Télécom ParisTech), Luis Farinas (IRIT) et Pierre Sens (Paris VI). Il s'est réuni les 4 juillet 2012 et 3 juin 2014.

Suite au retour du comité scientifique de juillet 2012, le laboratoire a réfléchi à sa réorganisation. A la demande du conseil de laboratoire, la commission HdR s'est réunie avec pour objectif de réfléchir à une restructuration scientifique des quatre « thèmes » pour recentrer l'activité du laboratoire sur les systèmes de fusion. Finalement, une organisation en **trois groupes thématiques**, représentant les **trois piliers des systèmes de fusion**, schématiquement - les données - la décision - l'architecture - a été proposée puis soumise aux membres du laboratoire pour inscription de chacun dans le groupe qui relève majoritairement de son activité de recherche. A cette réflexion sur nos recherches et sur l'évolution de notre projet scientifique, est apparu le besoin d'associer une réflexion sur le fonctionnement interne du laboratoire. Ainsi, pour faciliter la vie quotidienne au laboratoire de façon à ce que chacun puisse se concentrer sur ses recherches, **trois missions organisationnelles** ont été définies, relevant respectivement des relations humaines, des relations extérieures et de la gestion financière du laboratoire.

A l'issue de ces échanges et réflexions, une nouvelle organisation du laboratoire a été proposée et adoptée lors de l'assemblée générale du LISTIC de décembre 2012, conduisant à l'organisation du laboratoire illustrée à la figure 1 et détaillée dans l'annexe 4.

Missions

- RH** Relations Humaines
- RE** Relations Extérieures
- FI** Finances

Groupes

- MIT** Modèles, Images et Télédétection
- FIAD** Fusion d'Information pour l'Aide à la Décision
- RSLR** Réseaux et Systèmes Logiciels Répartis

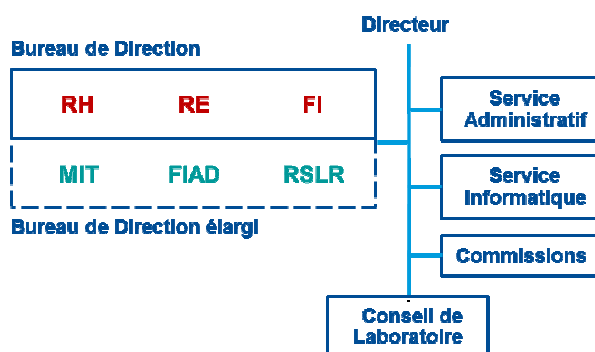


Figure 1 : Organisation du laboratoire

Le laboratoire est piloté par un conseil de laboratoire qui définit la politique scientifique générale et en particulier les grandes orientations de recherche, les échanges nationaux et internationaux, les contrats de recherche et les recrutements. Le conseil actuel a été mis en place en décembre 2010 conformément au règlement intérieur du LISTIC en vigueur à cette date. Depuis février 2012, le règlement intérieur qui s'applique au laboratoire est celui mis en place par l'Université Savoie Mont-Blanc pour ses équipes d'accueil (cf. annexe 5). Une annexe spécifique LISTIC précisant la composition du conseil et le mode d'élection du directeur vient en complément de ce règlement intérieur.

Le directeur met en œuvre la politique générale définie par le conseil. Il est assisté d'un bureau de direction composé de trois chargés de mission (RH - Relations Humaines, RE - Relations Extérieures et FI - Finances) qui l'accompagnent dans la gestion de la vie quotidienne au laboratoire. Le bureau de direction est élargi aux animateurs de groupes pour assurer la coordination des activités de recherche, notamment la préparation des ordres du jour des conseils et des dossiers correspondant.

Le conseil de laboratoire se réunit une fois par mois, chaque séance faisant l'objet d'un compte-rendu accessible par tous les membres du laboratoire. Le bureau de direction se réunit chaque semaine. Une fois par mois, il se réunit dans sa version élargie aux responsables de groupe. Enfin, le laboratoire se réunit en assemblée générale chaque fin d'année civile.

Les commissions « Informatique et moyens techniques », « Finances et moyens administratifs », « HDR », « Animation », « Locaux » et « Statuts » se réunissent sur demande de la direction pour répondre à des points spécifiques ou de leur propre initiative pour faire remonter des demandes particulières à la direction. Les responsables de commissions organisent et pilotent les réunions de commission. Seule la commission « Informatique et moyens techniques » a un fonctionnement régulier puisqu'elle se réunit une fois par mois. Les personnels du service informatique, ainsi que les interlocuteurs DSI du laboratoire, participent à ces réunions dont l'objectif est de centraliser l'ensemble des demandes des membres du laboratoire concernant l'infrastructure et les développements informatiques.

L'animation scientifique est essentiellement réalisée au sein des groupes qui organisent des séminaires ciblés sur les activités du groupe. Chaque groupe se réunit une fois par mois le jeudi après-midi sans chevauchement des réunions de façon à ce que les membres du laboratoire puissent assister aux réunions des différents groupes.

Faits marquants

EUSFLAT-LFA 2011 : Après IPMU 2002 et LFA 2009, le LISTIC s'est vu confier la présidence du comité de programme et l'organisation à Aix les Bains de la conférence EUSFLAT-LFA 2011. Cet événement conjoint organisé sous l'égide d'EUSFLAT (EUropean Society for Fuzzy Logic And Technology) a connu un vif succès avec plus de 200 participants et 5 conférenciers pléniers de renommée internationale (cf. annexe 6). Il est clair que le LISTIC est parmi les quelques laboratoires français (IRIT, LIP6, LIRMM, Heudiasyc, IRISA-PILGRIM) bénéficiant d'une réelle visibilité internationale dans le domaine des systèmes flous.

Ecole de printemps EFIDIR 2011 : Organisée par le LISTIC à l'Ecole de Physique des Houches en mai 2011, l'école EFIDIR (Extraction and Fusion of Information for Displacement measurement from SAR Imagery) a accueilli un public international de jeunes chercheurs des domaines du traitement de l'information et des sciences de la terre venus approfondir leurs connaissances des outils et méthodes de traitement de données SAR et de leurs applications au suivi des phénomènes géophysiques à l'origine des déplacements observés (séismes, volcans, glaciers, ...) (cf. annexe 6).

MES-MESTRIA : 10 partenaires, 3 ans de R&D pour proposer aux industries une solution de pilotage d'atelier sur mesure et à la carte. Issue de la collaboration entre Thésame (Réseau technologique pour les entreprises en mécanique, productique et management de l'innovation), sept éditeurs de logiciels industriels (Agilium, Alpha 3i, Carl Software, Cincom, Courbon, Jam France, Quasar) et deux laboratoires de recherche (LISTIC, DISP-INSA), la solution MESTRIA repose sur une plateforme logicielle à base de services selon une architecture SOA favorisant interopérabilité, agilité et flexibilité de la solution développée. Présenté dans plusieurs salons, MES-MESTRIA a été plusieurs fois récompensé par des prix d'innovation technologique (cf. annexe 6).

2. Réalisations

Production scientifique

Durant le présent contrat, les travaux développés se sont essentiellement appuyés sur les compétences fortes du laboratoire en « systèmes flous et théorie des possibilités » et « images et fusion », points forts identifiés lors de l'évaluation AERES 2010.

Il n'en demeure pas moins qu'un enrichissement et un élargissement du socle de compétences du laboratoire sont essentiels à son évolution. Ainsi, dans l'objectif de fédérer les actions menées, le LISTIC développe un certain nombre de travaux transverses. Nous entendons par là des travaux génériques non liés à une

thématique applicative particulière. Ces travaux correspondent à des avancées scientifiques d'ordre conceptuel et/ou méthodologique dans le cadre général de la représentation et de la fusion d'informations. Ils sont développés à l'interface des groupes et ont vocation à irriguer l'ensemble des travaux du laboratoire.

La figure 2 illustre le positionnement de l'ensemble des permanents (▲) par rapport aux groupes. Les flèches blanches reflètent les nombreuses collaborations inter-groupes (publications communes, participations à projets, co-encadrements de thèses, ...).

Dans la suite de ce paragraphe, la production scientifique du laboratoire est présentée d'abord à travers les travaux transverses développés puis déclinée pour chacun des groupes.

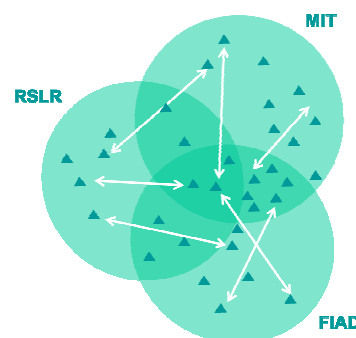


Figure 2 : Positionnement des membres

Travaux transverses

L'activité porte essentiellement sur la représentation des informations, d'une part au niveau de la prise en compte des incertitudes, et d'autre part au niveau de leur parcimonie.

Concernant la modélisation des incertitudes le laboratoire développe depuis de nombreuses années des approches possibilistes adaptées à des situations de connaissances pauvres, et ayant pour originalité d'être des extensions des approches probabilistes classiques au sens où elles sont équivalentes quand la connaissance est riche : c'est-à-dire que l'incertitude peut être modélisée par une loi unique de probabilité. Ainsi les liens fondamentaux établis dans le quadriennal précédent entre une distribution de possibilités et une distribution de probabilités pour le cas unimodal symétrique ont été exhibés pour les cas asymétrique [ACL-09-9] et bimodal [ACL-10-10], et étendus au cas d'informations partielles sur la distribution de probabilités. L'approche proposée se base sur la construction des intervalles de dispersion ayant pour tous les niveaux les longueurs les plus courtes sous contraintes des informations disponibles. Cela revient à appliquer un principe de maximum de spécificité à la base des inégalités probabilistes, qui est plus juste que le principe de maximum d'entropie couramment utilisé. Il s'applique aussi bien à la description des données (des paramètres descriptifs équivalents aux moments sont disponibles), qu'à l'inférence de paramètres. En effet, un estimateur « classique » peut se présenter sous la forme d'une distribution de possibilités résumant l'ensemble des intervalles de confiance de tous les niveaux et sa qualité peut s'apprécier par l'ordre de spécificité qui est très général car impliquant un ordre similaire sur les variances et sur les entropies [ACL-11-11], [ACL-13-17]. Cette modélisation possibiliste des incertitudes peut être utilisée pour développer des modèles de régression floue. Dans ce contexte, sont exploités des modèles arithmétiques flous, linéaires en les paramètres, identifiés sous contraintes d'inclusion des sorties observées imprécises dans leurs estimées. Le choix de paramètres flous trapézoïdaux garantit l'existence d'un modèle englobant [ACL-10-4]. L'originalité de l'approche développée dans la thèse de A. Bissierier [TH-10-1] réside dans l'introduction d'une fonction coût exprimant l'imprécision du modèle dans le problème d'optimisation, permettant ainsi l'identification d'un modèle optimal au sens de son maximum de spécificité. Dans le cas où les variables explicatives sont également imprécises et décrites par des données de type intervalles, une approche similaire est proposée dans le cadre du calcul par intervalles [ACL-11-5]. Une extension algébrique de ce cadre, combinant l'arithmétique de Kaucher au concept d'intervalles graduels, généralisant les intervalles flous, est proposée pour l'inversion des modèles [ACL-12-5] ou le calcul d'une moyenne pondérée graduelle [ACL-10-4].

Un autre aspect important de la représentation de l'information a été plus récemment abordé au laboratoire : la représentation parcimonieuse des processus aléatoires. La transmission et le traitement de l'information dépend du support utilisé pour véhiculer cette information. Ce support est formé en général de signaux, images et autres mesures physiques relatives à la source d'information considérée et stockés sous la forme de données numériques. L'acquisition de ces données numériques est souvent perturbée par 1) le bruit de mesure (intrinsèque au système d'acquisition), 2) les incertitudes relatives à une mauvaise connaissance du support (intrinsèques à la source d'information) et 3) les perturbations liées à l'environnement extérieur (indépendantes de la source). En adoptant une représentation de ces données, entachées de différentes incertitudes/imprécisions, sous la forme de processus aléatoires, on peut émettre le postulat selon lequel une représentation parcimonieuse, si elle est réalisable, serait de nature à simplifier le stockage, la transmission et le traitement de l'information. C'est ainsi que l'on analyse dans [ACL-12-1], les capacités et les limites des transformées en ondelettes à réduire différentes formes de dépendances statistiques présentes dans les données. Dans [ACL-13-2], on montre que les représentations en paquets d'ondelettes, pourvu que les ondelettes analysantes aient un nombre suffisant de moments nuls, permettent d'estimer de manière consistante, le spectre théorique d'une image quelconque. On montre alors que dans le cas des images texturées, ce spectre des paquets d'ondelettes se résume en quelques composantes fondamentales, d'où la parcimonie de la représentation. Lorsque la base de données considérée est constituée d'une classe très large de textures (cas des images naturelles, optiques, radar, sonar, images médicales, etc.), on peut structurer l'information à l'aide d'attributs relatifs à leur stochasticité et convenablement choisis dans le domaine des

coefficients de la transformée [ACL-13-3]. Cette structuration de contenu est fort utile pour retrouver rapidement, une partie de l'information recherchée.

Modèles, Images et Télédétection (MIT)

L'activité scientifique du groupe MIT est articulée sur les termes « Modèles », « Images » et « Télédétection ». Les « modèles » peuvent être de nature mathématique (modèles statistiques, modèles logiques, ...) ou physique (réponse électromagnétique, modèles géophysiques...). Ils peuvent constituer une source d'information à intégrer (simulation numérique, connaissance a priori) ou la finalité de traitements (estimation/inversion de paramètres de modèles, construction d'ontologies...). Les « images » constituent une source d'information particulière nécessitant des développements méthodologiques allant de l'extraction d'informations au niveau pixel à la fusion d'informations de plus haut niveau sémantique (objets, concepts...). Le groupe a acquis une expertise reconnue dans les deux domaines spécifiques que sont l'analyse des vidéos et l'imagerie radar. La « télédétection » est un domaine d'application où s'intègrent un certain nombre de travaux du groupe MIT et des contributions des autres groupes du LISTIC. Les volumes de données considérables engendrés par l'observation de la Terre posent des problèmes méthodologiques à la fois au niveau du traitement d'images, en particulier des séries temporelles, et au niveau de la fusion d'informations hétérogènes (multi-sources, modèles physiques, systèmes d'informations géographiques...).

L'originalité du groupe vient de sa capacité à développer des chaînes de traitement telles qu'illustrées en figure 3, en se situant soit dans le domaine des observations numériques (traitement du signal et des images), soit dans le domaine de la représentation symbolique (ingénierie des connaissances), soit entre les deux domaines avec des approches originales en data mining ou en fusion d'informations.

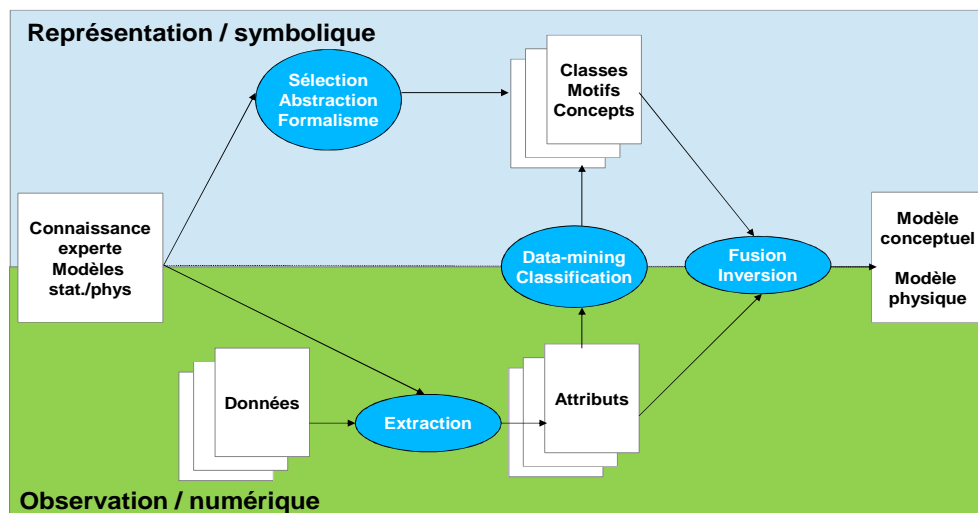


Figure 3 : Positionnement des activités du groupe MIT

Dans le **domaine du numérique**, les principales avancées se situent d'une part dans les traitements bas niveau tels que le filtrage et l'extraction de caractéristiques et d'autre part dans la mesure de déplacement à partir de données de télédétection. La phase de filtrage et de sélection d'attributs nécessite que soit au préalable choisi un espace de représentation adapté à la description des données. Si ce choix peut être guidé par les bonnes propriétés statistiques et/ou géométriques des représentations parcimonieuses (cf. travaux transverses), il reste plus usuel de se situer dans le domaine d'observation. C'est le cas par exemple pour la détection de cible ponctuelle [ACL-14-5] avec l'utilisation de modèles électromagnétiques pour caractériser l'espace signal (réponse des cibles) et l'espace bruit (clutter). C'est également le cas pour l'estimation d'un signal très peu régulier dans les images radar [ACL-14-8]. Le choix d'attributs pertinents, éventuellement paramétriques, est lié aux statistiques des données dans la base de représentation. Ainsi, les paramètres des modèles extraits dans le domaine des ondelettes constituent des attributs pertinents pour la détection de changements dans les images radar [ACL-13-1]. Pour l'analyse de séquences vidéo, nous avons proposé des descripteurs du type sacs de mot visuels obtenus après un pré-filtrage basé sur un modèle de rétine biologique. Nous avons montré que différentes stratégies de prétraitements rétinien permettent, pour une chaîne de traitement aval constante, de créer des descripteurs fortement complémentaires. Les différentes combinaisons des canaux sortant du modèle de rétine permettent de renforcer la qualité des caractéristiques et d'ajuster la sensibilité sur des aspects spatiaux (objets statiques), temporels (le mouvement) ou spatio-temporels (les événements dans leur contexte) [ACL-14-12]. Plus en aval dans la chaîne de traitement, un ensemble de travaux ont été menés sur la mesure des déformations de surface par imagerie radar et leur fusion dans le contexte de l'inversion de modèles géophysiques. Les thèses de R. Fallourd [TH-12-3] et Y. Yan [TH-11-6], dans le cadre du projet ANR EFIDIR, ont permis de développer des chaînes de traitement complètes qui mesurent des projections du déplacement de surface dans des couples d'images (par corrélation d'amplitude [ACL-11-9]

ou interférométrie SAR) et combinent différentes observations pour reconstruire un champ de déplacement 3D (Est, Nord, Vertical) ou estimer les paramètres de modèles géophysiques du phénomène à l'origine des déplacements de surface (glissement le long d'une faille, ...). Différentes stratégies de fusion ont été étudiées en comparant notamment une représentation classique des incertitudes et une représentation basée sur les distributions de possibilités [ACL-12-19], [ACL-12-20]. Ces travaux ont donné lieu à une contribution à ouvrage parue en Français et en Anglais [OS-14-3], [OS-14-4].

Dans le **domaine du symbolique**, les travaux ont d'abord porté sur le raisonnement symbolique spatial à partir d'un langage (KDTL) utilisant le démonstrateur de théorèmes Coq (INRIA). A partir de la spécification des connaissances d'un domaine servant à la construction d'une ontologie de domaine, les concepts et relations sont utilisés pour raisonner de manière plus expressive que les classiques Logiques de Description tout en préservant la décidabilité. Cette partie orientée recherche fondamentale a donné lieu aux publications jointes [ACL-12-2], [ACL-13-9]. Une seconde partie, initiée récemment dans le cadre du projet FUI G4M, concerne l'application du langage précédent à la fusion d'information symbolique afin d'en déduire des décisions fiables. Dans ce contexte, les synergies entre l'ingénierie des connaissances (ontologie, sémantique formelle, raisonnement) et le traitement de l'information sont exploitées pour la prise en compte du contexte et des connaissances métier. Le domaine symbolique regroupe également les travaux menés en ingénierie des connaissances et en ingénierie linguistique et plus précisément en ontologie et en terminologie [COM-12-8]. La prise en compte des dimensions conceptuelle et linguistique nous a amenés à introduire la notion d'ontoterminologie (terminologie dont le système notionnel est une ontologie formelle), paradigme aujourd'hui reconnu [ACTI-09-24]. Ces travaux et résultats sont mis en œuvre au sein de projets européens liés à la gestion de contenus culturels (terminologies multilingues au sein du projet FP 7 Athena +) et à la rétro ingénierie de logiciels à base d'ontoterminologies (projet Interreg Ontoreverse).

Le passage entre le domaine du numérique et celui du symbolique s'effectue notamment au travers de méthode d'extraction de connaissance par « data mining » et au niveau de méthodes de fusion/classification, avec notamment des travaux sur les opérateurs d'agrégation et classifieurs crédibilistes appliqués à la cartographie des glaciers (projet GlaRiskAlp, [ACTI-12-6]) et des travaux sur l'analyse des vidéos. Les techniques de fouille de données ont été développées dans le cadre des projets ANR EFIDIR et ANR FOSTER ainsi que dans la thèse de F. Martin [TH-11-3] en collaboration avec la société ADIXEN. Dans une optique de découverte de connaissances, celles-ci sont non-supervisées et s'appuient sur l'extraction de motifs locaux pour la description de Séries Temporelles d'Images Satellitaires (STIS) et la prévision d'événements dans des flots de données. De nouveaux motifs ont été proposés pour la description de STIS [ACL-11-10]. Les aspects opérationnels concernant l'élagage de l'espace de recherche sont disponibles dans [ACL-12-11]. De très récentes expériences confirment le potentiel de la technique proposée [ACTN-14-3]. Afin d'organiser au mieux les collections de motifs produites, des travaux basés sur la théorie de l'information ont également été engagés [COM-12-6]. En ce qui concerne la prévision d'événements dans un flot de données, les méthodes proposées [ACL-12-14] sont protégées par un brevet relatif à leur usage industriel [Patent # WO 2010/149 738]. Pour arriver à "comprendre" le contenu d'une image ou d'une vidéo, les approches actuellement les plus performantes sont basées sur les "sacs de mots visuels". Ces approches tirent leur force de l'utilisation d'un grand nombre de descripteurs et de classifieurs supervisés permettant "d'apprendre" des objets ou des concepts. Chaque caractéristique, chaque classifieur aboutit en général à de faibles performances, et c'est la fusion des résultats obtenus pour les différentes caractéristiques et les différents classifieurs qui permet d'atteindre de bonnes performances. Dans le cadre de la thèse de T. Strat [TH-13-10], sur les bases du challenge TrecVid, nous nous sommes plus particulièrement attachés à mettre en œuvre des approches basées sur des "sacs de mots" spatio-temporels associées à des stratégies de fusion tardive, c'est-à-dire des approches qui fusionnent une grande quantité de scores, un score étant la probabilité, pour une caractéristique donnée, de contenir un concept particulier [OS-14-2]. La spécificité des travaux effectués tient à la nature du problème et à la très grande quantité de données fusionnées.

Fusion d'Information pour l'Aide à la Décision (FIAD)

L'activité du groupe concerne essentiellement les étapes de combinaison et de décision dans les systèmes de fusion. Les travaux développés exploitent différents cadres de représentation des informations imparfaites (intervalles, sous-ensembles flous, probabilités, possibilités, fonctions de croyance) et présentent l'originalité de prendre en compte l'avis de l'utilisateur ou de l'expert pour guider et améliorer la prise de décision. Nous décrivons ci-après les systèmes de fusion développés dans le cadre de l'expression et de l'amélioration de la performance, puis dans le cadre de l'optimisation des systèmes de fusion pour l'interprétation d'images.

Dans le contexte de la performance industrielle, nous avons développé un cadre méthodologique original pour la définition d'un système d'indicateurs assignant une performance élémentaire à la variable (i.e. un degré de satisfaction par rapport à l'objectif fixé sur la variable) et délivrant une performance globale par agrégation des performances élémentaires. L'approche cardinale développée à partir de la méthode MACBETH, étendue à l'intégrale de Choquet qui garantit la commensurabilité des informations et la signifiante de l'agrégation, a été complétée par une approche ordinale à partir de la méthode ELECTRE moins exigeante au niveau des informations de préférence que doit fournir le décideur. Ces développements ont été appliqués à

différents problèmes industriels : amélioration de la performance commerciale d'une entreprise manufacturière, tableau de bord prospectif d'une chaîne logistique dans l'industrie textile, relation donneur d'ordre fournisseur dans le domaine automobile, développement industriels durables prenant en compte les aspects environnementaux et sociaux pour des entreprises de Rhône-Alpes [ACL-11-3], [ACL-12-7], [ACL-13-8]. Ces systèmes ont également été enrichis de fonctionnalités d'aide à la décision permettant d'optimiser l'amélioration de la performance globale par rapport au coût des actions et à l'allocation des ressources. De plus, des premiers travaux ont été enclenchés pour intégrer dans le cadre proposé des mécanismes de décompositions, structurelle et temporelle, d'un objectif, mettant en avant les notions d'arbre et de trajectoire [ACL-13-6]. Dans l'objectif de garantir la qualité de service (QoS - i.e. fiabilité, disponibilité, temps de réponse, etc.) des orchestrations de services, nous avons proposé dans le cadre de la thèse de N. Fakhfakh [TH-12-2] une approche de supervision qui se distingue des approches existantes par l'exploitation d'un modèle de préférences orienté utilisateur, permettant de représenter fidèlement la satisfaction de ce dernier [OS-12-2]. En effet, le degré de satisfaction, issu du modèle de préférences, constitue une information de haut niveau représentant la qualité globale de l'orchestration étudiée. Sur la base de ce degré de satisfaction, de nouvelles stratégies de surveillance sont proposées afin de satisfaire les attentes de l'utilisateur. L'élaboration du modèle de préférences exploite la méthode d'aide à la décision multicritères MACBETH étendue avec l'opérateur d'agrégation de l'intégrale de Choquet 2-additive [ACL-13-10] qui permet de prendre en compte les interactions de préférence. Cette approche permet d'automatiser (au moins en partie) le fonctionnement de l'orchestration de services cible grâce à un système de supervision : comportement local et sélection de chaque service, comportement global de l'orchestration, aide à la décision pour les utilisateurs, anticipation des comportements futurs et stratégies d'évolution.

Dans une démarche d'amélioration des systèmes de fusion, il est nécessaire d'évaluer la performance globale du système mais également la performance de ses composants de façon à définir une stratégie d'amélioration pertinente. Dans le cadre de l'interprétation d'images 3D, l'aide à la décision fournie peut prendre la forme d'une image 3D segmentée en régions d'intérêt pour le décideur final. Dans ce contexte, A. Lamallem a proposé dans sa thèse [TH-12-4] un mécanisme d'aide à la mise au point d'une chaîne de traitement sur la base d'un découpage classique des systèmes de fusion en quatre sous-systèmes (extraction d'attributs, représentation de ces attributs dans un espace commensurable, agrégation et décision). Une méthode d'évaluation de la qualité locale de chaque sous-système est proposée pour guider l'utilisateur vers le composant nécessitant le réglage de ses paramètres [ACL-10-9]. Pour évaluer localement la qualité, un objectif de séparabilité entre régions recherchées a été défini et un degré d'atteinte calculé pour chaque sous-système. Une mesure de séparabilité basée sur la distance de Manhattan permet ainsi un premier réglage macroscopique. Une autre mesure obtenue par la distance EMD (Earth Mover's Distance) permet ensuite un réglage plus fin [ACTI-10-20] [ACTI-10-21]. Un tableau de bord, basé sur une expression qualitative de la comparaison de ces différentes mesures numériques aux objectifs fixés, et représentant les préférences sous la forme d'un sous-ensemble flou, est présenté à l'utilisateur pour le guider dans sa tâche de mise au point. Dans le projet ANR ReVeS, les travaux de thèse de G. Cerutti [TH-13-3] se sont intéressés à l'interprétation d'images naturelles pour l'identification d'espèces d'arbres à partir de leurs feuilles (108 espèces à feuilles simples et 18 espèces à feuilles composées). Dans ce contexte, en faisant abstraction de la phase d'extraction de descripteurs de formes à partir de l'image [ACTI-11-8] [ACTI-11-9] pour se focaliser sur les aspects combinaison et décision, le système de fusion est structuré en deux niveaux. Le premier regroupe quatre composants qui réalisent des sous-classifications en formes foliaires, exprimées dans la terminologie botanique, selon un critère de forme particulier (forme globale, forme à la base, forme à l'apex, forme du bord) [ACTI-13-7]. En associant un mécanisme d'apprentissage de type forêt aléatoire aux sous-classifieurs, une mesure de confiance est associée aux résultats fournis. Le second niveau est constitué d'un composant unique de décision qui détermine l'espèce d'arbre en combinant, à l'aide de la théorie des fonctions de croyance, les différents aspects de formes foliaires selon leur mesure de confiance et une éventuelle information experte [ACTI-14-12].

Réseaux et Systèmes Logiciels Répartis (RSLR)

Le groupe s'intéresse au « bon » fonctionnement des systèmes informatiques répartis. Ces systèmes sont aujourd'hui au cœur de l'écosystème numérique et des changements sociétaux que nous vivons. Notre intérêt pour ces systèmes est double. D'une part, les systèmes informatiques répartis sont supports d'exécution de nombreux systèmes de fusion d'informations. La qualité de mise en œuvre des méthodes de fusion d'informations dépend donc du bon fonctionnement de ces systèmes. D'autre part, les réseaux (par nature) et les systèmes logiciels répartis, voire décentralisés, mettent en œuvre des mécanismes d'adaptation et de régulation vis-à-vis de leurs objectifs et de leurs supports d'exécution, qui peuvent tirer parti des méthodes de fusion d'informations qui sont au cœur des sujets d'études du LISTIC. Nos activités actuelles et récentes, appuyées sur différents projets nationaux et internationaux se concentrent sur deux domaines : la gestion des systèmes logiciels répartis (des processus métier à l'ingénierie logicielle) et le contrôle des performances de ces derniers, et l'Internet au sens large, allant de l'architecture de l'Internet du futur, au développement de plateformes de traitement de paquets haut débit, jusqu'à l'étude des réseaux sociaux et de l'économie du web.

En ce qui concerne la gestion des systèmes logiciels répartis, nous nous intéressons à la conception et à l'analyse des systèmes à forte composante logicielle, adaptables et dynamiquement évolutifs. Nos travaux proposent des approches, langages et plateformes pour décrire, exécuter, faire dynamiquement évoluer des

applications/systèmes à base de services ou/et de composants (SOA, systèmes d'information, etc.). Ces approches couvrent également l'ingénierie des systèmes/applications centrés processus (*business process*). La conception de systèmes logiciels reste encore aujourd'hui un défi car les systèmes sont étudiés à plusieurs niveaux d'abstraction. Nous avons proposé des langages fondés sur le pi-calcul pour décrire la structure et le comportement de tels systèmes [ACL-09-4] [OS-12-4] puis étendu ces langages pour décrire l'évolution dynamique grâce à la notion de mobilité introduite par le pi-calcul [ACL-11-18]. Nous avons ainsi proposé un cadre conceptuel, un environnement et un langage extensible, le langage PXL, pour modéliser et exécuter des orchestrations de services [ACL-13-10]. Ce langage permet de décrire des orchestrations de services (SOA) dynamiquement évolutives/adaptables (@runtime) en offrant des construits de haut niveau permettant de définir des processus/workflows métiers exécutables [ACL-11-17]. Cette orientation a été expérimentée dans le cadre de processus métiers et pour l'ingénierie de systèmes d'information industriels [ACL-13-13] [OS-14-1]. Nous nous sommes également intéressés à l'analyse de systèmes complexes orientés objet [ACTI-10-39], en particulier à la compréhension des liens entre les paquetages [ACL-14-1]. Un autre aspect de notre activité vise le contrôle de la qualité et de la performance des systèmes logiciels, répartis ou non, évalué par des critères non fonctionnels comme le temps de réponse, le débit (nombre de réponses à des demandes de service par unité de temps) ou la consommation d'énergie. Nous nous sommes intéressés à la fois à la modélisation de ces systèmes [ACL-09-10], [ACL-09-3], [ACL-12-16] et au développement de méthodes d'optimisation de leur configuration dans un contexte à composants logiciels [ACTI-11-1]. Dans le projet OpenCloudware, nous étudions actuellement des problèmes de contrôle automatique de systèmes « autonomiques » dans le contexte du calcul dématérialisé (Cloud computing). Nous proposons en particulier un langage de description des contrats de service (Service Level Agreements) [ACTI-14-10] et une méthode de calibration des applications déployées dans le Cloud.

En ce qui concerne l'Internet, notre activité s'étend de l'architecture des réseaux à la science de l'Internet. Nous nous intéressons aux problématiques liées à la définition d'architecture pour les réseaux, en particulier l'Internet du futur supportant de nouveaux services. En collaboration avec l'académie des sciences de Chine et dans le cadre du projet ANR pFlower, nous avons développé des architectures de réseaux orientées contenus et services. Ces travaux ont abouti à de nombreuses publications dont les plus importantes sont [ACL-13-22], [ACL-11-12], [ACL-11-20]. Nous avons également étudié l'adaptation entre le traitement et l'architecture de calcul en particulier pour le traitement de flots de données ou de paquets dans les réseaux, pour lesquels le parallélisme matériel de type GPU ou many-cores, FPGA ou TCAM, doit être exploité au niveau de l'algorithmique [ACTI-13-15] [ACTI-12-16] [ACTI-12-17]. Une part importante de notre activité de recherche s'est concentrée sur la science de l'Internet qui est une nouvelle thématique scientifique en émergence. Le LISTIC est un des membres principaux du réseau d'excellence FP7 EINS (European Internet and Networking Science). Cette science vise une approche fortement multi-disciplinaire pour comprendre les interactions entre les réseaux et leurs utilisateurs. En effet la compréhension des interactions entre les utilisateurs et les systèmes informatiques, mais aussi des interactions entre utilisateurs par le médium des systèmes informatiques, est un élément essentiel de la compréhension du monde numérique dans lequel nous vivons aujourd'hui. Cette interaction se présente généralement sous forme d'une boucle dynamique où un système informatique est initialement conçu pour répondre à certains besoins des utilisateurs. Mais les utilisateurs, que ce soient les utilisateurs finaux ou les intermédiaires construisant de nouveaux services au-dessus de services existants, s'appropriant le système, développent des usages innovants qui n'étaient pas prévus initialement. Ces nouveaux usages et les nouveaux besoins des utilisateurs aboutissant à changer le système, nous observons donc une interaction dans les deux sens : l'utilisateur définit le cadre du système informatique qui lui-même modifie le comportement de l'utilisateur. Ces interactions sont fondamentales pour comprendre le développement de systèmes informatiques majeurs comme les réseaux sociaux, le crowd-sourcing, et même l'Internet. Une dizaine de publications ([ACL-13-15], [ACL-13-16], [ACTI-13-25], [ACL-12-13], [ACTI-13-23] pour ne citer que les plus importantes) se rattachent à cette activité qui repose en grande partie sur la fusion de facteurs explicatifs pour prédire l'évolution de phénomènes tels que la popularité.

Pour clore cette partie concernant la **production scientifique**, résumons l'activité du laboratoire à travers les **faits observables** qui lui sont associés, à savoir les 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 autres communications orales sans acte (COM).

2005	2006	2007	2008		2009	2010	2011	2012	2013	2014
16	18	11	10	ACL	12	15	20	20	23	12
7	2	5	7	OS	4	2	1	4	-	4
45	45	34	36	ACTI	31	40	32	30	26	16
7	2	5	7	ACTN	11	7	7	6	9	4
16	3	4	2	COM	5	11	6	9	8	3

Tableau 1 : Faits observables sur la production scientifique 2009-2014

Les données quantitatives sont regroupées dans la partie droite du tableau 1. La partie gauche, correspondant au contrat précédent, est donnée à titre comparatif. La liste intégrale des publications figure en annexe 6. Elle fait apparaître de nombreux articles avec une signature inter-groupe (par exemple [ACL-12-19], [ACL-13-10], [ACL-14-2]) ou encore une co-signature avec des personnes extérieures (par exemple [ACL-12-4], [ACL-13-13], [ACL-13-15], [ACL-14-7]), ce qui montre la réalité des travaux transverses et des collaborations internes et externes. L'annexe 6 met également en évidence deux soutenances d'HDR en 2013 ([HdR-13-1], [HdR-13-5]).

En matière d'indices de qualité, nous soulignons les quelques éléments d'appréciation suivants illustrés quantitativement et qualitativement par la figure 4. Tout d'abord, d'un point de vue académique, une **évolution très positive des publications ACL** peut être constatée depuis l'année 2009. Le LISTIC a atteint depuis 3 ans un nombre « stable » d'ACL de l'ordre de 20 par an. De plus, cette augmentation s'accompagne d'un souci de **qualité et de variété des revues** dans lesquelles les membres du laboratoire publient. Ainsi, d'après le *Journal Citation Reports®* | Thomson Reuters de 2013, plus de 67% de nos ACL sont dans des revues à facteur d'impact supérieur à 1 (40% avec un facteur d'impact > 1.5, 24% avec un facteur d'impact > 2). Une analyse de nos ACL avec un facteur d'impact > 1.5 permet d'identifier, qu'à 2 exceptions près, les revues concernées sont pour une moitié publiées par Elsevier et pour l'autre par IEEE avec une répartition à 50% dans les « transactions » et 50% dans les « journal, letters, magazine ». Cette diversité assure à nos travaux une audience internationale variée et une dissémination large dans les différentes communautés. D'un point de vue thématique, les travaux sur la représentation des informations imprécises sont reconnus à travers des publications dans « IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement », « IEEE Trans. on Fuzzy Systems » et dans différentes revues Elsevier du domaine, telles que « Information Sciences », « International Journal of Approximate Reasoning », « Fuzzy Sets & Systems ». De même, les recherches réalisées en télédétection dans le groupe MIT ont un très bon niveau de pénétration dans la « IEEE Geoscience and Remote Sensing Society ». Enfin, les travaux sur les réseaux du groupe RSLR ont une très bonne visibilité dans la « IEEE Communications Society » et l'ACM SIGCOMM.

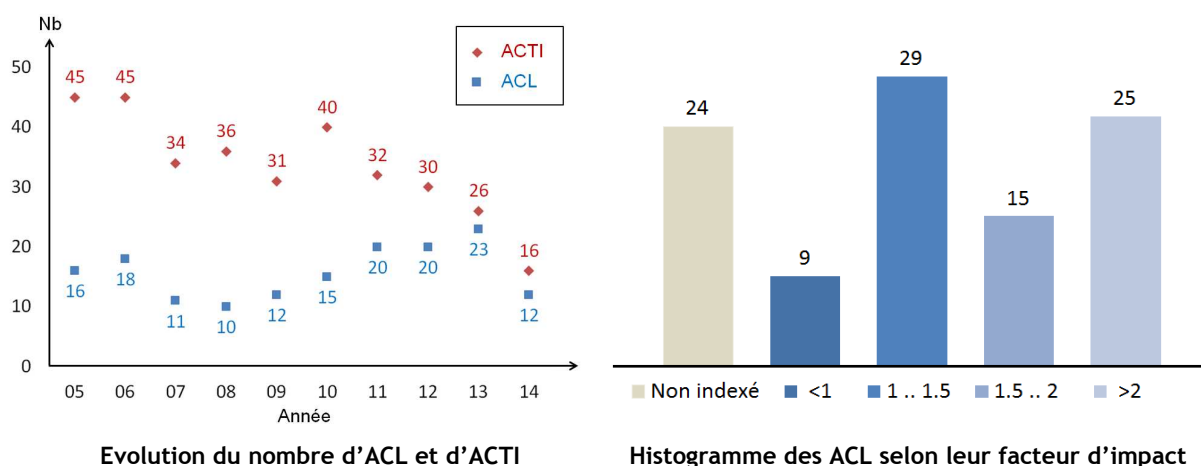


Figure 4 : Indices de qualité

Enfin, nos participations en conférence, du niveau international au niveau français, se sont recentrées sur nos cœurs de métier, par exemple, dans le cadre de la gestion de l'incertain FUZZ'IEEE, IPMU, EUSFLAT, LFA, ou encore ICIF, ICPR, ICIP, RFIA, GRETSI pour les aspects fusion et image, IGARSS, MultiTemp, EUSIPCO en ce qui concerne les travaux en télédétection et enfin IEEE INFOCOM, ACM CoNEXT pour les systèmes distribués.

Rayonnement et attractivité académiques

Participation à des réseaux scientifiques

IEEE

Geoscience and Remote Sensing Society (GRSS),

E. Trouvé, Senior Member, Trésorier du «GRSS French Chapter»

Computational Intelligence Society (CIS),

S. Galichet, Member, Vice-Présidente du « CIS France Chapter », 2007-2013

S. Galichet, Publication Chair, IEEE SSCI 2011, Paris, Avril 2011

G. Mauris, Vice-Chairman de la Task Force "Intelligent Measurement Systems", 2006-2012.

Instrumentation and Measurement Society (IM)

G. Mauris, Editeur associé de « IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement » (2008-2010)

GdR

ISIS

E. Trouvé Co-animation (F. Tupin - Télécom Paris et S. May - CNES) de l'action Images et Télédétection
 D. Coquin Membre du comité de pilotage de l'action SCATI (Systèmes complexes pour l'analyse et le traitement des images), thème B, jusqu'en Novembre 2012,
 Organisation avec Thierry Denoex de la journée du 3 Octobre 2013 sur l'apport de la théorie de l'incertain en fusion d'informations, thème A.

MACS

P. Moreaux Co-animateur, Groupe de Travail Réseaux de Petri (2009-2013)
 Co-organisation école Réseaux de Petri, Journées nationales, Marseille 2011

Organisation d'évènements

CONTEXT 2013 8th International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context, R. Dapoigny
CBMI 2012 10th workshop on Content-Based Multimedia Indexing, General Chair P. Lambert
EUSFLAT 2011 7th conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology, Chairpersons S. Galichet, J. Montero, joint with **LFA2011**, Chairperson G. Mauris
LFA 2009 Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications, S. Galichet

Conférences TOTH : Le laboratoire a créé et organise chaque année depuis 2007 à l'Université Savoie Mont-Blanc les Conférences internationales TOTH (Terminology & Ontology: Theories and applications - <http://www.porphyre.org/toth/>) et participe à l'organisation scientifique des Workshop TOTH (Lisbonne 2011, Forli 2012, Copenhagen 2013, Bruxelles 2014).

Journées GDR : pôle STP du GDR MACS (10-2009), groupe RIMEL du GDR-GPL (Génie de la Programmation et du Logiciel) (11/2013)

Implication dans des projets internationaux (plus de détails dans l'annexe 7)

Programme	Période	Acronyme	Titre	Rôle*	Responsable scientifique	Montant
TEMPUS IV	10/2010 10/2012	PAL-GOV	e-Government Lifelong Learning Consortium	P	Christophe Roche	7 k€
INTERREG	01/2011 04/2014	GlaRiskAlp	Risques glaciaires dans les Alpes occidentales	P	Lionel Valet	144 k€
FP7 CIP-ICT-PSP-2009	04/2011 09/2013	Linked Heritage	Coordination of Standards and Technologies for the enrichment of Europeana	P	Christophe Roche	79 k€
FP7 ICT-FIRE Networks of Excellence	12/2011 05/2015	EINS	European InterNet Science	WP C	Kavé Salamatian	239 k€
INTERREG	01/2013 03/2015	ONTO REVERSE	Etude et réalisation d'un environnement basé sur les ontologies métier pour la compréhension semi-automatique et la réingénierie de système d'information	P	Françoise Deloule	99 k€
FP7	03/2013 08/2015	ATHENA +	Access to cultural heritage networks for Europeana	P	Christophe Roche	59 k€
FP7 People	04/2013 03/2016	EL-MUNDO	Embedding Measurement Uncertainty in Decision making and Optimization	C	Sylvie Galichet	75 k€

* C : Coordinateur ; WP C : Coordinateur d'un WorkPackage ; P : Partenaire

Total 702 k€

Au-delà de ces projets institutionnels, le laboratoire a développé des collaborations internationales fructueuses, soutenues par le ministère des affaires étrangères, notamment dans le cadre de partenariats Hubert Curien (PHC) (cf annexe 6.2). Le laboratoire a également bénéficié d'une aide de l'USMB pour l'accueil de chercheurs invités (cf annexe 6.2). Parmi les collaborations internationales développées par le laboratoire, nous évoquons ici le projet CAPES COFECUB, établi entre l'Université de Savoie Mont-Blanc et l'Université Fédérale de Rio de Janeiro (UFRJ) de 2009 à 2012. Ce projet, intitulé « Développement de Nouvelles Techniques pour l'Analyse de Données - Application aux Images PolSAR et aux Données Sismiques » a permis des échanges réguliers d'enseignants-chercheurs, la mise en place d'une co-tutelle de thèse [TH-13-9] et la co-signature franco-brésilienne de nombreuses publications ([ACL-09-7], [ACL-11-8], [ACL-12-15]) pour ne citer que les articles de revue). Enfin, cette collaboration s'est développée de façon transverse aux trois groupes permettant ainsi au laboratoire de se fédérer autour d'échanges internationaux.

Implication dans des projets nationaux (plus de détails dans l'annexe 7)

Programme	Période	Acronyme	Titre	Rôle*	Responsable scientifique	Montant
ANR 2007 MDCO	01/2008 06/2012	EFIDIR	Extraction et fusion d'informations pour la mesure de déplacement en imagerie radar : des masses de données à la connaissance géophysique	C	Emmanuel Trouvé	165 k€
ANR 2008 Habisol	01/2009 12/2011	BATIMETRE	Développement d'une méthodologie de mesure en continu de la performance énergétique des bâtiments BBC	P	Patrice Moreaux	158 k€
ANR 2010 CONTINT	10/2010 10/2013	ReVes	Reconnaissance de Végétaux pour des interfaces Smartphone	P	Didier Coquin	77 k€
ANR 2010 COSINUS	01/2011 04/2014	FOSTER	FOuille de données Spatio-Temporelles : application à la compréhension et à la surveillance de l'ERosion	P	Nicolas Méger	121 k€
ANR 2010 Blanc inter SIMI 3	03/2011 02/2014	PFloweR	Parallel Flow Recognition with multicore processors	C	Kavé Salamatian	133 k€
Prestation Supélec	12/2013 12/2016	SONDRA	Développement d'algorithmes robuste pour le STAP	P	Guillaume Ginolhac	33 k€

* C : Coordinateur ; P : Partenaire

Total 687 k€

Interactions avec l'environnement social, économique et culturel

Projets avec des partenaires non-académiques (plus de détails dans l'annexe 7)

Programme	Période	Acronyme	Titre	Rôle*	Responsable scientifique	Montant
Objectif Compétitivité régionale Programme Opérationnel FEDER	01/2009	MES-Mestria	Manufacturing Executing System	P	Hervé Verjus	177 k€
	01/2012					
FUI	09/2011 09/2015	MISAC	Multifunctional Intelligent Surface for Automotive & aeronautics Cockpits in 2012	P	Gilles Mauris	143 k€
Développement de l'économie numérique - Cloud computing	01/2012 01/2015	Open Cloudware	Plate-forme d'ingénierie logicielle - Think to PaaS for Multi-aaS Cloud Computing	P	Patrice Moreaux	124 k€
FUI	10/2013 12/2017	G4M	Géodetection Multimatériaux Multi Métiers	P	Emmanuel Trouvé	241

* P : Partenaire

Total 685 k€

Le projet **MES-Mestria** a consisté à proposer une solution pour le pilotage d'ateliers de production (Manufacturing Executing System) reposant sur une architecture orientée services permettant la composition dynamique et à la demande de services métiers. Présenté dans plusieurs salons (Midest, Progiciels), MES-Mestria a été plusieurs fois récompensé par des **prix d'innovation technologique** (Prix de l'innovation technologique salon Progiciels 2010, Le Talent 2009 du Management, Label Mestria salon Progiciels 2011). Dans le projet **FUI MISAC**, en collaboration avec les entreprises Valeo et Thalès, nous avons proposé une modélisation par des techniques floues de la perception humaine sur une dalle tactile vibrante. Dans le projet **OpenCloudware** en partenariat avec Orange nous avons proposé un langage de description de contrats de service dans un contexte du calcul dématérialisé (Cloud computing). Le **projet G4M**, piloté par GDF Suez, vise à développer un appareil « universel » de détection et de localisation des réseaux enterrés.

Le LISTIC a également un certain nombre de contrats avec des entreprises, sous la forme d'accompagnement de thèse CIFRE, de prestations, d'activité de conseil ou d'expertise (Alcatel, Orange Lab, S2IH, QUAERO, TOTAL, NTN/SNT, AboutGoods, CNES). Sur le présent contrat, l'ensemble de ces contrats s'élève à un montant de 248 k€ (*plus de détails dans l'annexe 7*).

Le diagramme ci-dessous (fig. 5) résume la répartition des différentes ressources du laboratoire sur le contrat en cours. A l'exception des contrats avec les entreprises, les quatre grandes sources de financement sont sensiblement équilibrées.

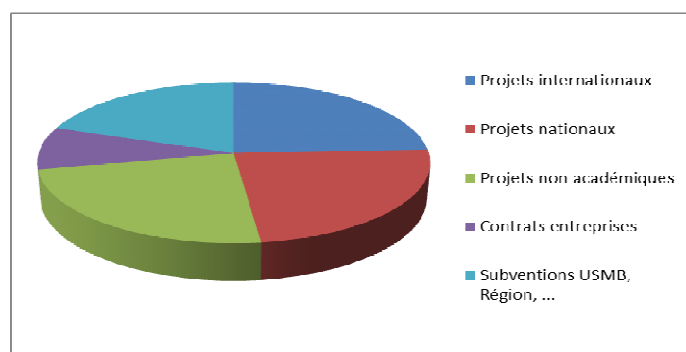


Figure 5 : répartition des ressources financières du LISTIC

Enfin, la figure 6 ci-dessous synthétise la liste des projets (internationaux, nationaux et avec des partenaires non académiques) dans lesquels le LISTIC a été impliqué (l'annexe 7 donne des informations détaillées concernant ces projets).

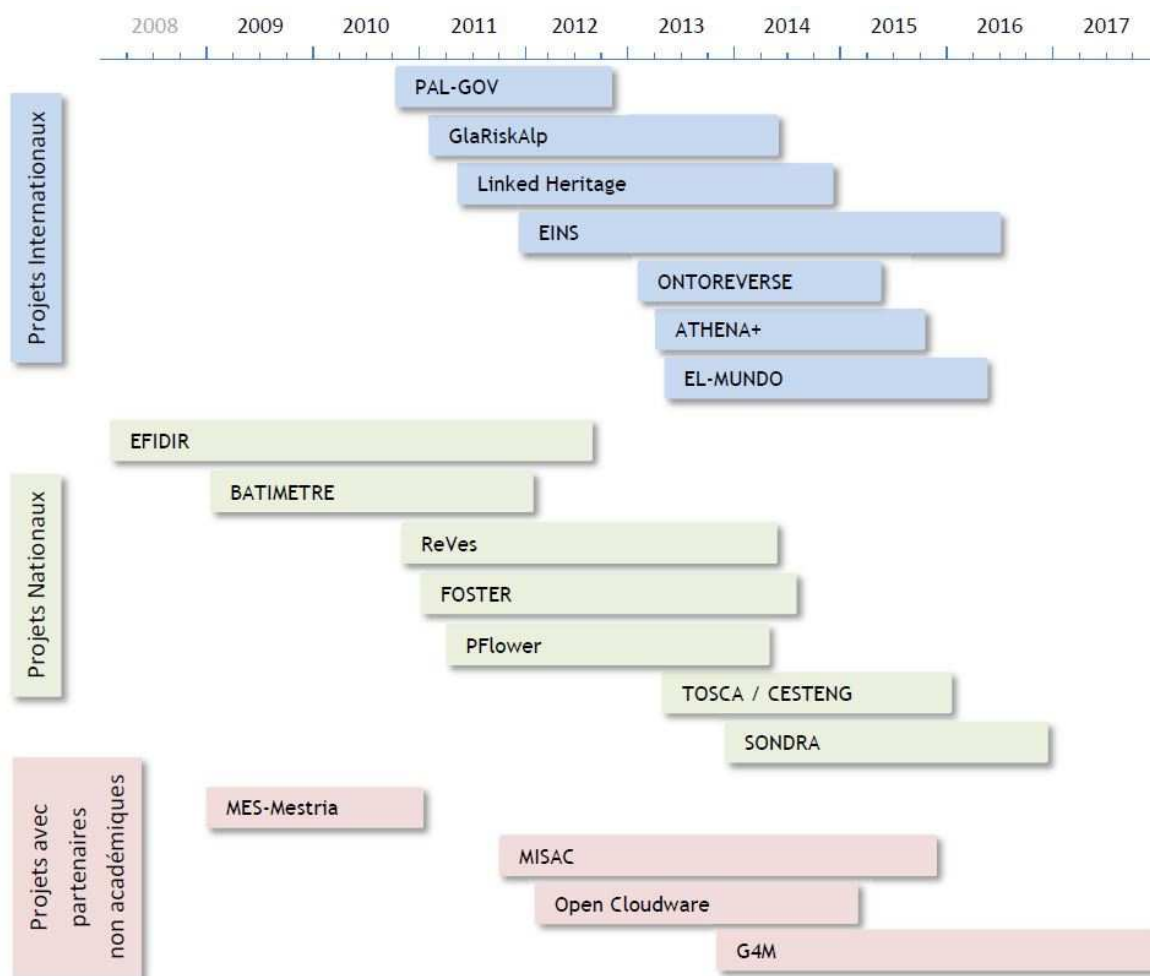


Figure 6 : Résumé « chronologique » des différents projets

On constate clairement que, depuis 2012, les projets internationaux et avec des acteurs non académiques ont pris le pas sur les projets nationaux de type ANR.

3. Implication de l'unité dans la formation par la recherche

ED-SISEO

L'école doctorale de rattachement de tous les doctorants du laboratoire inscrits à l'Université Savoie Mont-Blanc est l'ED-SISEO (École Doctorale Sciences et Ingénierie des Systèmes, de l'Environnement et des Organisations). Créée en 2007, l'ED-SISEO a intégré le Collège des Ecoles Doctorales de Grenoble au sein du PRES de Grenoble en 2010 et s'inscrit aujourd'hui dans l'offre de formation doctorale de la ComUE « Université Grenoble Alpes » (UGA). Elle offre aux doctorants un suivi administratif et développe une formation répondant à la fois aux exigences des métiers de la recherche et aux demandes industrielles, économiques et territoriales. Ecole pluridisciplinaire, l'ED-SISEO est structurée autour des concepts de « Systèmes », « Environnement » et « Organisations ». Elle est majoritairement rattachée au domaine des Sciences pour l'Ingénieur (SPI), mais se veut être un vecteur de recherches interdisciplinaires, intégrant les facettes Sciences de l'Environnement et Sciences Humaines et Sociales. L'ED-SISEO est l'unique Ecole Doctorale en propre de l'Université Savoie Mont-Blanc. Elle fait partie du Collège Doctoral de l'Université Savoie Mont-Blanc (CODUS) qui coordonne les actions des Ecoles Doctorales concernant l'établissement.

Au-delà du rattachement des doctorants du LISTIC à l'ED-SISEO, le laboratoire contribue très largement à l'ED-SISEO. Tout d'abord, E. Trouvé assure la **direction de l'ED-SISEO** depuis juillet 2012. A ce titre, il est également **membre de droit du conseil du CODUS**. De plus, le laboratoire est **représenté au conseil de l'ED-SISEO** par D. Coquin, qui est également membre élu du conseil du CODUS. Enfin, les enseignants-chercheurs du LISTIC ont la **responsabilité de différents modules** du CODUS ou de l'ED-SISEO. Par exemple, pour l'année 2013-2014, P. Moreaux est responsable du module « Initiation à LaTeX » offert par le CODUS (formation préalablement dispensée par l'ED-SISEO sous la forme d'un module « Latex avancé » assuré par L. Valet). Au niveau de l'ED-SISEO, E. Benoit assure la responsabilité du module « Mesures et Instrumentations », P. Moreaux celle du module « Langage de script + Python Scientifique » et L. Damas celle du module « Technologies WEB ».

Thèses et accompagnement des doctorants

Durant le contrat en cours, 19 doctorants du LISTIC inscrits à l'Université Savoie Mont-Blanc ont soutenu leur thèse à l'ED-SISEO, auxquels s'ajoutent 2 doctorants du laboratoire SYMME, co-encadrés par des MCF du LISTIC. Les thèses soutenues en Rhône-Alpes ont été préparées dans les laboratoires G-SCOP et ISTERre de Grenoble (financement région Rhône-Alpes) ou encore au LIRIS de Lyon (Projet ANR ReVes) avec un co-encadrement d'un membre du LISTIC. Enfin, les 6 doctorants inscrits dans des établissements français hors Rhône-Alpes ou suisse correspondent à des encadrements réalisés au LISTIC par des enseignants-chercheurs arrivés au laboratoire pendant la préparation de la thèse.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
LISTIC - ED-SISEO	4 (45.25)	4 (45.75)	4 (45)	5 (40.4)	2 (39)		19 (43.3)
USMB - SYMME	1				1		2
Rhône-Alpes					4		4
France - Suisse	1	2	2		1		6
Total	6	6	6	5	8		31

Tableau 2 : Nombre de thèses soutenues (Durée moyenne en mois)

En matière d'indices de qualité, nous signalons les quelques éléments d'appréciation suivants. Le **nombre total de thèses soutenues** (préparées ou co-encadrées au LISTIC) est **relativement stable** (de l'ordre de 6 par an). En ce qui concerne les thèses préparées à l'ED-SISEO, on peut constater une ouverture importante vers l'extérieur puisqu'environ **1/5** des thèses du LISTIC ont été réalisées en **co-tutelle** avec des établissements étrangers et **1/4** dans le cadre de collaborations avec les **entreprises** (convention CIFRE ou aide aux entreprises apportée par l'Assemblée des Pays de Savoie). La durée moyenne des thèses préparées au LISTIC est d'environ **43 mois** avec une **diminution importante** depuis 2012. L'importante proportion de thèses **hors-établissement** (**1/3**) est liée aux financements associés (Région RA ou projets impliquant des partenaires extérieurs). Signalons également qu'au sein du laboratoire, les doctorants sont systématiquement co-encadrés par un MCF. Cette pratique a l'intérêt de favoriser les travaux transverses et les collaborations inter-groupes et ainsi d'inciter les doctorants à s'ouvrir pour mieux innover dans leur propre domaine. Les thèses [TH-11-3], [TH-11-6], [TH-12-2], [TH-12-4] et [TH-13-9] sont des exemples de travaux ayant été développés à l'interface des groupes.

Au vu des thèses en cours (20 doctorants du LISTIC actuellement inscrits à l'ED-SISEO, plus 5 co-encadrements en cours), il est probable que le taux moyen de thèses soutenues par an augmente légèrement dans les années à venir.

	2010	2011	2012	2013	2014
LISTIC - ED-SISEO	1	4	11	2	2
Hors USMB			3	1	1

Tableau 3 : Nombre de doctorants en préparation de thèse par année de première inscription

Formation Masters, ERSI (Energies Renouvelables et Systèmes Intelligents)

P. Moreaux est responsable de ce master recherche de Polytech dont le cursus est adossé aux recherches menées dans les trois laboratoires de l'Ecole : Systèmes intelligents (LISTIC), Energie et bâtiment durable (LOCIE), Mécatronique (SYMME). Dans ce cadre, le laboratoire est plus particulièrement impliqué dans la spécialité Traitement de l'Information (TI) dont E. Trouvé assure la responsabilité. Les membres du laboratoire assurent la plupart des enseignements de TI : Apprentissage automatique à partir de données (S. Galichet), Qualité, tests, vérification (F. Vernier), Image et multimédia (P. Lambert). Des enseignements de Tronc Commun suivis dans les trois spécialités, ont également été montés par des membres du LISTIC : Mesure et Méthode expérimentale (P. Moreaux), Systèmes intelligents - Codage d'expertise et gestion d'imprécisions (S. Galichet).

A moindre échelle, les membres du laboratoire sont également impliqués dans le master Pro « Informatique et Systèmes Coopératifs » (ISC) proposé par la composante SFA de l'Université et le master « Management et Systèmes d'Information » porté par la composante IAE et dans des échanges européens sur des modules spécifiques : P. Lambert, « Multivariate image Processing », master européen ITEMS - N. Méger, « Data Mining », Université Jaume 1, Castellon de la Plana, Espagne.

Ecoles thématiques

EFIDIR Spring School, E. Trouvé, Mai 2011, Ecole de Physique des Houches, <http://www.polytech.univ-savoie.fr/index.php?id=listic-projet-efidir>

Workshop on Social Networks and Future Internet, K. Salamatian & Sue Bok Moon, Juin 2011, Polytech, <http://an.kaist.ac.kr/sns11/>

2nd EINS Summer School, K. Salamatian, Octobre 2013, Annecy, <http://www.internet-science.eu/summer-school-2013>

Projet EINS - Cursus et formation « Internet Science »

Dans le cadre du projet EINS, un des WP est dédié au lien entre la recherche et la formation. Le LISTIC assure la coordination de ce WP, qui inclut des tâches concernant l'organisation d'Ecoles d'été et de cours ainsi que la construction au niveau de l'Europe d'un curriculum dans le domaine des sciences de l'Internet. Le projet EINS a pour but dans cette tâche de proposer un curriculum de référence pour le niveau Master/PhD. La construction de curriculum est en cours, et se fait par un comité d'experts dans les différents domaines couverts (informatique, sociologie, économie, droit), piloté par le LISTIC. Une première version a été livrée à l'Europe en juin, et a été présentée dans le cadre d'un workshop organisé par EINS en juin à Bologne, Italie (EINS Joint Workshop - 4th plenary meeting, 11-13 juin 2014) et à la conférence ACM Web Science 2014 [ACTI-14-5].

Direction de la **structure APPRENDRE** (Accompagnement Pédagogique, PRomotion de l'Enseignement Numérique et à Distance pour la Réussite des Etudiants), conseiller pédagogique pour le **réseau PENSERA** (Pédagogie de l'Enseignement Supérieur En Rhône Alpes)

La structure APPRENDRE, récemment mise en place par l'Université Savoie Mont-Blanc est actuellement dirigée par L. Valet membre du LISTIC et chargé de mission Enseignement Numérique à l'Université. Cette structure est dédiée à l'accompagnement des enseignants dans la mise en place de nouvelles pratiques pédagogiques et le développement de l'usage du numérique. Ses missions de formation et d'accompagnement des personnels sont à destination de l'ensemble des acteurs de l'enseignement. La formation doctorale est logiquement concernée afin de faciliter aux doctorants le suivi des modules proposés par l'école doctorale SISEO et le collège doctoral. La structure APPRENDRE fait partie du réseau PENSERA, au côté de partenaires de Grenoble, Lyon et St Etienne. Les conseillers pédagogiques impliqués dans ce réseau offrent aux enseignants du supérieur des services de formation et d'accompagnement, appuyés sur des recherches en pédagogie universitaire, qui ont pour finalité d'améliorer les apprentissages réalisés par les étudiants, en particulier par la mise en œuvre de pédagogies adaptées aux étudiants d'aujourd'hui. APPRENDRE est représenté au sein du réseau PENSERA par deux conseillers pédagogiques, dont S. Cimpan membre du LISTIC.

4. Stratégie et perspectives scientifiques pour le futur contrat

La construction du projet scientifique du laboratoire a été un processus collectif initié début 2014 et basé sur de nombreux échanges entre les membres du laboratoire et la direction. Ce projet, dans une version presque finalisée, a été présenté à notre comité scientifique en juin 2014. Le retour du comité, globalement positif, a permis de préciser ou modifier un certain nombre de points. Enfin, le projet dans sa version finale a

été soumis à l'ensemble du laboratoire au cours d'une assemblée générale exceptionnelle le 18 septembre 2014. Le vote sur ce projet a été largement positif (33 votants : 30 'pour', 2 abstentions et 1 'contre').

Le projet du LISTIC pour le prochain quinquennat, aussi bien du point de vue scientifique que structurel, s'inscrit dans la continuité du projet précédent. Néanmoins, un certain nombre d'évolutions sont envisagées. Avant de détailler les principaux aspects de ces évolutions, et afin de mieux comprendre le projet scientifique du laboratoire et la manière dont il sera mis en œuvre, cette section débute par une analyse SWOT.

Auto analyse

Points forts

- un taux de publication en progression sur les dernières années (voir annexe 6.1) ;
- quelques « noyaux » ayant une bonne reconnaissance au niveau national ou international ;
- une implication dans un nombre approprié de projets de différentes natures (régional, national (ANR, FUI) et international (FP7, Interreg) - voir *implication dans des projets* p. 11 et 12) ;
- des coopérations et implications actives au niveau régional (ARCs), national (GdR) et international ;
- un bon équilibre et une bonne complémentarité entre sections 27 et 61 ;
- une bonne expérience dans les domaines d'application permettant un échange fructueux entre travaux amont et travaux méthodologiques ou applicatifs ;
- une gouvernance mieux structurée avec la mise en place d'une direction centralisée s'appuyant sur des chargés de mission.

Points faibles

- une certaine dispersion scientifique ;
- l'absence d'un ou deux points forts permettant une identification claire du LISTIC ;
- une quantité limitée de collaborations avec des partenaires socio-économiques ;
- un nombre de doctorants limité et un taux de publications par doctorant trop faible ;
- trop de non-publiants et un taux de publications par permanent hétérogène ;
- des effectifs insuffisants en personnels ingénieurs, techniciens et administratifs ;
- une faible implication dans les Masters recherche ;

Risques

- une perte d'efficacité dans les activités de recherche due à une implication importante des membres du laboratoire dans des responsabilités ou des charges administratives ;
- une politique scientifique en partie « influencée » par les projets et les recrutements qui risque de rendre difficile une convergence scientifique ;
- la mise en place des pôles scientifiques dans le cadre de l'Université Grenoble-Alpes, qui présente le risque d'une baisse de moyens et une perte d'autonomie (voir également la rubrique opportunités) ;
- une incertitude sur l'avenir de structures non UMR et de taille moyenne comme le LISTIC.

Opportunités

- le rapprochement d'autres laboratoires de l'université dans le cadre de fédération ;
- la mise en place des pôles scientifiques dans le cadre de l'Université Grenoble-Alpes (UGA), qui peut permettre un rapprochement de gros laboratoires grenoblois tels que le LIG ou GIPSA Lab (voir également la rubrique risques) ;
- un soutien régional à travers les ARCs et une politique active en matière d'innovation ;
- des recrutements (par renouvellement de départs en retraite) : un maître de conférences (2014), un professeur (2016).
- un soutien de Polytech Annecy-Chambéry dans le développement d'une recherche de qualité (soutien administratif, défense des postes, soutien financier).

Positionnement scientifique général

Comme cela a déjà été précisé, le projet scientifique du laboratoire pour le prochain quinquennat va se situer dans la continuité de celui du précédent quinquennat. La thématique scientifique principale sera toujours « **les systèmes de fusion d'informations** », les travaux développés prolongeant les activités décrites dans la section 2 (Réalizations). La recherche d'une complémentarité entre travaux amont et travaux méthodologique/applicatifs sera toujours une composante forte de l'identité du laboratoire, l'imbrication de ces deux facettes de l'activité permettant un enrichissement réciproque. La structuration autour des trois groupes d'animation, mise en place récemment, sera également maintenue avec, comme cela a été préconisé par notre comité scientifique lors de sa dernière réunion (juin 2014), une évolution dans les dénominations des groupes : le groupe MIT (Modèle Image et Télédétection) va devenir le groupe CIT (Connaissance, Images et Télédétection), le groupe FIAD (Fusion d'Information pour l'Aide à la Décision) va s'appeler le groupe CoDe (Combinaison et Décision) et le groupe RSLR (Réseaux et Systèmes Logiciels Répartis) gardera la même dénomination. Ce changement a un double objectif : être plus proche des activités des groupes et donner plus de lisibilité à leurs activités. Dans ce contexte, un certain nombre d'évolutions sont bien sûr envisagées.

- Les innovations scientifiques tiendront :
 - à la prise en compte des aspects dynamiques dans l'analyse des systèmes ;
 - aux volumes importants de données traitées (big data) dans les applications envisagées ;
 - à la gestion de la multi-modalité ;
 - à l'utilisation de modèles provenant d'autres champs disciplinaires (les géosciences ou la sociologie par exemple) ;
 - à l'introduction de méta-connaissances et à la prise en compte de l'humain ;
 - à l'utilisation conjointe des théories de l'incertain (probabilités, possibilités). Concernant ce dernier point, A. Atto et G. Ginolhac, recrutés récemment, ont apporté des compétences théoriques dans l'utilisation des représentations parcimonieuses et des modèles statistiques qui vont venir compléter et renforcer nos travaux sur la modélisation de l'information et de ses imperfections.
- Les travaux envisagés chercheront à se positionner dans la perspective d'un certain nombre d'enjeux technologiques et sociétaux majeurs : la surveillance des phénomènes naturels (par analyse d'images satellitaires), l'usine du futur et le bâtiment intelligent (expression d'une performance multi-critère et agrégé), la robotique de service (élaboration de systèmes de fusion multi-capteur), le cloud computing (analyse des systèmes répartis et dématérialisés) ou l'internet du futur (développement d'architectures réseaux, analyse des réseaux sociaux).

Projets et objectifs scientifiques

Dans le projet scientifique, le choix a été fait de mettre l'accent sur deux orientations : la définition de **points de saillance** d'une part, et la construction de **points de convergence** d'autre part. Précisons bien que ces points ne recouvrent pas la totalité des activités du laboratoire, mais qu'ils en constituent le cœur. Les éléments présentés dans la suite se situent toujours dans la perspective de l'élaboration des systèmes de fusion d'informations. Ils doivent être vus comme des travaux concourant à la définition de composants dans l'élaboration de ces systèmes (*dans les paragraphes qui suivent, nous indiquerons dans la marge les groupes concernés par les travaux envisagés et le nombre de personnes concernées. Le total de ces personnes, en tenant compte du fait que certaines sont impliquées sur plusieurs de ces points, est d'une vingtaine de personnes*).

Points de saillance

Dans cette section, l'objectif est de faire ressortir, parmi les axes de recherche du laboratoire, quelques points forts et/ou innovants qui constituent des voies de recherche prometteuses et qui, nous l'espérons, permettront de donner une meilleure visibilité du laboratoire et de consolider son identité. Ces travaux correspondent à deux thématiques : la représentation et la modélisation de l'information et de ses imperfections d'une part et la prise en compte des aspects temporels dans les systèmes de fusion d'autre part, deux thématiques fondamentales dans l'élaboration de systèmes de fusion comme l'a souligné Alain Appriou lors de notre comité scientifique de juin 2014. Pour la première, c'est une compétence forte du laboratoire qui constitue encore un enjeu scientifique important. La seconde correspond plutôt à une tendance perçue depuis quelques années, en particulier à travers les applications traitées.

Représentation et modélisation de l'information et de ses imperfections

Les recherches envisagées vont avoir trois orientations.

- Dans le cadre de la théorie des possibilités et de la gestion des incertitudes, les travaux du LISTIC ont pour le moment été principalement focalisés sur les données impliquées dans un système de fusion. Une direction future de ces travaux va consister à dépasser le stade des données et à prendre en compte des méta-connaissances (pertinence, sincérité, expertise...) sur les sources (capteur ou être humain fournissant ces informations). La problématique est alors double : savoir représenter ces métaconnaissances et savoir les prendre en compte dans les étapes de combinaison et de décision d'un système de fusion. Quelques travaux théoriques [P1] ont été développés récemment à l'IRIT et à Heudiasyc, mais ils n'ont pas été mis en œuvre sur des systèmes de fusion coopérant avec un utilisateur ou un décideur. Dans cette perspective, nous nous intéresserons en particulier aux relations entre probabilités et possibilités en proposant une vision unificatrice des méthodes d'inférences probabilistes (fréquentistes, bayésiennes, Fishériennes) par la théorie des possibilités, et, en collaboration avec Didier Dubois (IRIT), à étudier les liens avec la théorie de l'utilité espérée [P2]. Pour démarrer cette action, un projet a été déposé dans le cadre de l'appel à projet 2015 de l'USMB.

CoDe
(2)

- Une seconde orientation va concerner les travaux sur les propriétés statistiques des représentations parcimonieuses dans un contexte stochastique. Nos travaux actuels [ACL-12-1][P3][P4], ainsi que les travaux de la littérature [P5][P6][P7][P8], reposent sur des approches probabilistes, et montrent que les bases de paquets d'ondelettes distribuent de manière asymptotiquement Gaussienne de nombreux processus stochastiques. Néanmoins certains processus [ACL-12-1] ne sont pas concernés par ces théorèmes limites. Nous envisageons d'étudier les propriétés de telles décompositions dans un contexte possibiliste (par manipulation de probabilités imprécises) pour prendre en compte aussi bien les erreurs de mesures (domaine de prédilection des approches probabilistes) que l'imprécision sur le phénomène étudié (domaine de prédilection des approches possibilistes). Les questions à résoudre 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 la détermination ?

CIT /
CoDe
(2)

- Enfin, en ce qui concerne les travaux liés à l'aide à la décision dans un contexte multicritères (MCDA), les recherches envisagées se situent dans le cadre de la régression d'ordre (robust ordinal regression). Cette approche repose sur la connaissance de préférences, c'est-à-dire sur la connaissance d'un ordre parmi un ensemble d'alternatives. Pour le moment, ces approches ne gèrent pas véritablement les alternatives imprécises ou en restent au niveau de la formulation théorique [P9], sans proposer de réelles solutions opérationnelles. La voie que nous désirons explorer va consister à envisager une solution opérationnelle en utilisant une approche par intervalle. Dans un premier temps, nous envisagerons la représentation avec des intervalles nets. Le chevauchement probable de ces intervalles nous amènera alors à envisager des intervalles flous définis comme une collection d'intervalles imbriqués, représentation qui permettra de définir différents ordres. Ces travaux sont développés en partenariat avec Salvatore Greco (Université de Catane), de manière plus large des membres du groupe EWG-MCDA¹.

CoDe
(2)

Au-delà de leur intérêt intrinsèque, ces travaux ont vocation à être exploités dans la mise en œuvre des travaux développés par ailleurs dans les différents champs d'investigation évoqués précédemment.

Prise en compte des aspects temporels dans les systèmes de fusion

Les travaux sur les systèmes de fusion développés au laboratoire pendant ces dernières années ont souvent concerné des situations statiques (dans les différentes utilisations de l'intégrale de Choquet par exemple, ou dans la combinaison de mesures de confiance pour l'identification de feuilles d'arbres). Cependant, les applications sur lesquelles le laboratoire travaille actuellement ont fait apparaître le besoin d'introduire des aspects dynamiques : analyse de séries temporelles d'images, recherche de concepts de nature dynamique dans des vidéos, indicateur dynamique de performance industrielle, etc. La prise en compte de ces aspects dynamiques est une direction qui va être poursuivie, en particulier dans l'analyse des séries d'images, avec comme objectif la détection de changement et la prise en compte de modèle physique de déformations, ainsi que dans l'introduction du temps, sous différentes formes, dans l'expression d'une performance industrielle.

- Dans le cas des séries temporelles d'images satellitaires, la prise en compte simultanée des dimensions spatiales et temporelles permet de chercher à extraire deux types d'informations : la présence et la nature des changements (problème de détection ou de classification), et les déformations de surface (problème d'estimation et de fusion de champs de déplacement). Trois pistes seront principalement explorées. La première est basée sur la recherche et l'estimation de modèles statistiques multivariés. Nous commencerons par la recherche de copules adaptées à la capture des dépendances spatio-temporelles des données radar

CIT
(3)

¹ <http://www.cs.put.poznan.pl/ewgmcda/>

multi-temporelles. Le potentiel des copules pour la prise en compte de dépendances spatiales a été mis en évidence dans un contexte de modélisation mathématique des textures [P10]. En détection de changements, ces mêmes copules ont été exploitées avec succès pour mettre en évidence des changements abrupts dans les images radar dans [P11]. Notre étude concerne de longues séries temporelles d'images radar et des changements pouvant être lents (évolution saisonnière, érosion des sols...) ou abrupts (éruption volcanique, chutes de séracs...). Les perspectives ne portent pas directement sur des comparaisons de copules spatiales et/ou temporelles, mais sur l'obtention de copules spatiales déformables dans le temps pour s'adapter à la fois à de fortes mais aussi de faibles variations du phénomène étudié.

La seconde piste s'inscrit dans le domaine de l'Extraction de Connaissances dans les Données (ECD)/Knowledge Discovery in Databases (KDD). Elle a pour objectif la découverte de motifs spatio-temporels dans des séries temporelles d'images satellitaires (radar ou optiques) par des méthodes de fouille de données/data mining non supervisées. Les méthodes développées sont appliquées sur l'information de type « radiométrique » (changement de réponse du sol), ou sur l'information de type « déplacement » (évolution des champs de déformation). Ce type de techniques est également développé au laboratoire TETIS (Montpellier), au LIRIS (Lyon, partenaire au sein du projet ANR FOSTER) et à ICube (Strasbourg, partenaire au sein du projet ANR FOSTER). Ces travaux, déjà engagés [COM-12-6][ACL-12-11][ACL-11-10], ont donné des résultats prometteurs. Des résultats théoriques comme l'uniformité ou la convergence des processus de randomisation des séries temporelles d'images satellitaires restent à apporter. Enfin, en perspective se pose également la question de l'analyse de séries temporelles constituées de centaines d'images satellitaires, les séries aujourd'hui analysées étant constituées de quelques dizaines d'images. A cette fin, des travaux à la croisée de l'extraction de motifs locaux et de l'analyse en ondelettes sont envisagés. A notre connaissance, il n'existe pas de travaux sur ce thème.

CIT
(3)

La troisième piste est dans le domaine de l'assimilation de données où l'on fusionne des observations telles que les mesures issues de séries temporelles d'images et de l'information a priori calculée/simulée à partir d'un modèle physique dynamique. Cette perspective fait suite aux travaux sur la mesure de déformation de surface et l'inversion de modèles menés dans le cadre du projet ANR EFIDIR. Elle s'appuie sur le recrutement à la rentrée 2014 d'un Maître de Conférences (Yajing Yan) qui possède une solide expérience des méthodes de type stochastique, typiquement le filtre de Kalman d'ensemble [P12]. (Evensen 2003) Des travaux originaux sont envisagés en collaboration avec deux domaines privilégiés du LISTIC : celui de la gestion des incertitudes qui jouent un rôle déterminant dans les méthodes d'assimilation, et celui de la fouille de données (cf. piste précédente) qui devrait permettre d'explorer et comparer les évolutions temporelles présentes dans les données simulées et dans les observations afin d'améliorer l'estimation de paramètres du modèle ou mettre en évidence des phénomènes mal modélisés.

CIT
(3)

- Dans l'expression de la performance industrielle, le constat que les travaux actuels n'intègrent pas suffisamment la dimension temporelle est posé depuis un bon nombre d'années [P13]. En effet, le besoin d'une expression temporelle de la performance s'est ressenti dès l'émergence du post-taylorisme, avec ses exigences de réactivité. Dans ce sens, l'évolution des entreprises vers ce qui peut être qualifié d'« usine du futur » demande des indicateurs de performance de plus en plus riches en termes d'informations, pour une prise de décision instantanée d'une part et sur la base de l'ensemble des paramètres impliqués dans les processus industriels aujourd'hui d'autre part. La prise en compte du temps est une tâche à laquelle nous nous sommes attaqués sans avoir atteint la totalité des objectifs envisagés. La première étape de nos réflexions a majoritairement concerné l'enrichissement du modèle d'expression de la performance par l'intégration de la dimension temporelle à l'objectif et à l'expression de la performance. Nous avons ainsi proposé d'associer aux décompositions structurelles des objectifs des décompositions temporelles signifiant la manière dont ils sont atteints [HdR-13-1] [ACTI-13-2] [ACL-13-6]. Dans la thèse de H. Hamadmad nous proposons, dans le cadre du pilotage des trajectoires temporelles, de définir, à chaque jalon, des expressions temporelles de performance qui prennent en compte la tendance d'évolution jusqu'au jalon considéré. Dans ce contexte où les grandeurs (les expressions de performance) à fusionner sont dynamiques, il est nécessaire de faire évoluer le modèle de fusion défini dans les travaux antérieurs. Ainsi, nous envisageons dans un premier temps de définir des jeux de règles floues réalisant la combinaison des expressions de performance et fournissant des expressions symboliques enrichies renseignant de l'atteinte des objectifs. Dans un second temps, les travaux seront poursuivis en introduisant les aspects dynamiques non seulement dans les grandeurs observées mais aussi dans les paramètres des mécanismes de fusion, ce qui permettra la proposition d'un cadre de fusion innovant dans le domaine. En perspective, un cas d'étude approprié, permettant de valider l'approche dans un contexte industriel sera développé en partenariat avec l'entreprise Adixen Vacuum Products, dans le cadre de la mise en œuvre du Projet H2020 Forward (en cours de dépôt).

CoDe
(3)

Points de convergence

Nous présentons ci-après quelques pistes de recherche permettant le rapprochement de compétences différentes et complémentaires ayant pour le moment peu de connexions. L'intérêt d'une telle démarche est multiple : d'abord, le mélange des compétences de plusieurs groupes peut apporter une élévation du niveau scientifique de chaque groupe. Ensuite, cela permet d'aller dans le sens de la réduction de la dispersion

thématique. Enfin, par son effet de regroupement, une telle démarche apporte une « force de frappe » plus importante permettant d'envisager des projets futurs de plus grande envergure. Le choix de ces « points de convergence » est un mélange de différents facteurs : convergence naturelle de travaux voisins, stratégie scientifique, volonté de travailler ensemble...

• **Eco-système dynamique** : Nous constatons aujourd'hui que la frontière des systèmes informatiques évolue dans deux directions : vers le matériel d'exécution d'une part et vers l'usager du système d'autre part. Il faut ainsi prendre en compte l'environnement d'exécution dans la conception du système informatique (plateformes de virtualisation, smartphones et appareils mobiles, architectures multi-coeurs, many-coeurs, FPGA) en particulier dans le cas d'architectures matérielles hétérogènes (adaptation de la structure, du comportement/traitement/algorithme de l'application). Mais il faut aussi intégrer l'usager et le contexte d'utilisation dans la conception et l'évolution du système. L'implication de l'usager dépasse largement la seule définition des spécifications de conception car l'utilisateur, en s'appropriant le système informatique, développe de nouveaux usages qui peuvent influencer l'évolution du système. Par ailleurs, l'utilisation croissante des objets et appareils mobiles connectés nécessite une adaptation continue du système. La prise en compte de la dynamique du système (liée au changement de comportement de l'utilisateur, au changement du contexte d'exécution y compris environnemental, à l'essor de l'informatique mobile) est innovante. Ces évolutions et tendances font émerger des éco-systèmes dynamiques pour les systèmes informatiques au sein desquels les plateformes matérielles, les dispositifs numériques (noeUSMB de traitement ou/et d'informations) sont hétérogènes, distribués sur des réseaux à grande échelle (Internet par exemple) et de plus en plus décentralisés [P14] de par l'utilisation d'objets connectés. La conception d'un tel éco-système est ainsi abordée dans le cadre d'un appel à projet 2015 de l'USMB avec la création d'un système d'aide à la recherche d'itinéraire en milieu montagnard fonctionnant sur appareils mobiles. Le principal défi scientifique de ce projet est l'exploitation conjointe d'informations imprécises (traces GPS, modèles numériques de terrain, photographies 2D prises par des randonneurs) provenant de plusieurs dispositifs (capteurs) et applications mobiles constituant un éco-système informatique dynamique. Cet éco-système permettra de construire/proposer, par l'utilisation de méthodes de fusion décentralisées au sein de ce même éco-système [P15], un modèle 3D du terrain et une aide à la décision quant à l'itinéraire à suivre.

RSLR/
CoDe
(5)

• **Mélange Image et Connaissance** : Les méthodes d'analyse d'images fournissant des résultats de faible niveau sémantique, de plus en plus d'approches complètent ces résultats par des informations « métiers » liées à la connaissance du domaine analysé. Les ontologies, qui permettent de formaliser un ensemble de concepts, relations entre concepts et règles associées, peuvent être mises à profit pour décrire ces données et proposer des solutions de raisonnement spatial. La difficulté d'automatiser un tel processus tient dans la compréhension globale de la situation via des primitives extraites des images (contours, régions homogènes...), dans la représentation de la connaissance sur le contenu d'une image (raisonnement spatial) et dans la prise en compte des informations variées dont la qualité peut être plus ou moins fiable (modalité). De toutes ces informations doit se dégager une méthodologie permettant de reboucler sur l'analyse de l'image conduisant à sélectionner des attributs plus pertinents et des descriptions plus précises. De très nombreuses études ont déjà associé les ontologies à l'analyse d'images, dans des domaines spécifiques (par exemple en imagerie médicale [P16] ou en analyse de scènes [P17]) ou dans des bases généralistes avec les ontologies wordnet et LSCOM. L'originalité des travaux envisagés tiendra dans la spécification d'ontologies à partir d'images en utilisant la théorie des types dépendants dont l'expressivité et les possibilités de raisonnement dépassent largement les approches usuelles basées sur la logique de premier ordre (langage KDTL - Knowledge-based Dependently Typed Language). Ces travaux seront associés au projet FUI G4M qui a débuté fin 2013.

CIT
(4)

• **Recherche d'Images et Imagerie Satellitaire (Image retrieval and Remote Sensing)** : en imagerie satellitaire, plusieurs phénomènes récents ont contribué à l'explosion de la quantité de données disponibles : 40 années d'archives de plus en plus souvent rendues accessibles par les agences spatiales (cas des données Landsat par exemple côté américain), arrivée d'une nouvelle génération de satellites de l'ESA (Agence Spatiale Européenne) avec le lancement du premier satellite de la série SENTINEL en Avril 2014 dont les données seront diffusées gratuitement, etc. L'exploitation (navigation, recherche) de cette gigantesque quantité de données est un véritable challenge. D'un autre côté, les systèmes CBIR (Content Based Image Retrieval) ou CBVR (Content Based Video Retrieval) se sont fortement développés depuis une dizaine d'années et commencent à fournir de très bons résultats dans le cas de très grandes bases d'images ou de vidéos à caractère généraliste (challenge Pascal Voc, TrecVid...). Au LISTIC, deux groupes ont acquis respectivement une forte expertise sur chacun de ces domaines. L'objectif est donc de réunir les compétences acquises en CBIR (en particulier à travers la participation depuis 7 ans au challenge TrecVid) au domaine de l'imagerie satellitaire. Un certain nombre de travaux dans ce sens existent déjà [P18][P19][P20] mais restent souvent limités à la classification de régions. Notre objectif est d'aller plus loin et d'atteindre une description plus riche facilitant la recherche de structures (naturelles ou d'origines anthropiques) en s'appuyant sur des approches « sacs de mots visuels » ou « architecture profonde ». Les difficultés sont nombreuses : besoin de descripteurs spécifiques (en particulier de texture), prise en compte de composantes spectrales différentes des classiques composantes RVB, définition et constitution de bases d'apprentissages, prise en compte d'informations contextuelles et de leur évolution temporelle, mise en place d'architecture matérielle spécifique, etc. Pour démarrer cette action, un projet a été déposé dans le cadre de l'appel à projet 2015 de l'USMB.

CIT/
RSLR
(6)

Bibliographie associée au projet scientifique du laboratoire

- [P1] F. Pichon, D. Dubois, T. Denoeux, Relevance and truthfulness in information correction and fusion, *International Journal of Approximate Reasoning*, Vol. 53, No. 2, p. 159-175, 2012.
- [P2] D. Dubois, The role of fuzzy sets in decision sciences: Old techniques and new directions, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 184, p. 3-28, septembre 2011.
- [P3] A. M. Atto and D. Pastor and G. Mercier, Wavelet Packets of fractional Brownian motion: Asymptotic Analysis and Spectrum Estimation, *IEEE Transactions on Information Theory*, Vol. 56, No. 9, 2010.
- [P4] A. M. Atto and D. Pastor, Central Limit Theorems for Wavelet Packet Decompositions of Stationary Random Processes, *IEEE Transactions on Signal Processing*, Vol. 58, No. 2, 2010.
- [P5] P. F. Craigmile and D. B. Percival, Asymptotic decorrelation of between-Scale Wavelet coefficients, *IEEE Transactions on Information Theory*, vol.51, no.3, pp.1039,1048, March 2005.
- [P6] Y. Kozachenko and A. Olenko and O. Polosmak, Convergence in $L^p([0, T])$ of Wavelet Expansions of φ Sub-Gaussian Random Processes, *Methodology and Computing in Applied Probability*, 1-15, 2013.
- [P7] X. Yu, Asymptotic Decorrelation of Wavelet Packet Transform for Certain Long-Memory Processes, *IEEE Transactions on Information Theory*, vol.59, no.8, pp.5051,5062, Aug. 2013
- [P8] X. Chang and M. L. Stein, Decorrelation Property of Discrete Wavelet Transform Under Fixed-Domain Asymptotics, *IEEE Transactions on Information Theory*, vol.59, no.12, Dec. 2013.
- [P9] S. Corrente, S. Greco, M. Kadzinski, and R. Slowinski, Robust ordinal regression in preference learning and ranking, *Machine Learning*, vol. 93, pp. 381-422, 2013.
- [P10] N. Lasmar, Modélisation stochastique pour l'analyse d'images texturées, *Thèse de l'université de Bordeaux I*, 2012.
- [P11] G. Mercier and G. Moser and S. B. Serpico, Conditional Copulas for Change Detection in Heterogeneous Remote Sensing Images, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol.46, no.5, pp.1428,1441, May 2008.
- [P12] E. P. de Lima, S. E. Gouvea da Costa, J. J. Angelis, J. Munikb, Performance measurement systems: A consensual analysis of their roles, *International Journal of Production Economics*, Vol. 146 (2), 2013, pp. 524-542.
- [P13] M. M. Gorlick, K. Strasser, R. N. Taylor, COAST: An Architectural Style for Decentralized On-Demand Tailored Services, *Software Architecture (WICSA) and European Conference on Software Architecture (ECSA), 2012 Joint Working IEEE/IFIP Conference on*, vol., no., pp.71,80, 20-24 Aug. 2012, doi: 10.1109/WICSA-ECSA.2012.15
- [P14] V. Vylegzhanina, D. Brett, A. Gokhale, Design considerations in developing a mobile application for scalable and decentralized publish/subscribe-based weather alert system. *In Proceedings of the 2013 ACM workshop on Mobile development lifecycle (MobileDeLi '13)*. ACM, New York, NY, USA, 21-26.
DOI=10.1145/2542128.2542135, <http://doi.acm.org/10.1145/2542128.2542135>
- [P15] G. Evensen, The Ensemble Kalman Filter: theoretical formulation and practical implementation, *Ocean Dynamics*, 53:343-367, 2003.
- [P16] C. Hudelot, J. Atif, and I. Bloch, Fuzzy Spatial Relation Ontology for Image Interpretation, *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 159, no. 15, pp. 1929-1951, 2008.
- [P17] J. Atif, C. Hudelot and I. Bloch, Explanatory reasoning for image understanding using formal concept analysis and description logics, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems*, May 2014, vol. 44, n° 5, pp. 552-570.
- [P18] P. Birjandi, M. Datcu, Bag of words model using ICA components for high resolution image characterization, *Proc. Of SPIE* Vol. 7477, 747718 (2009).
- [P19] Y. Yang, S. Newsam, Bag-of-visual-words and spatial extensions for land-use classification, In: *Proceedings of the 18th SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, ACM, 2010. p. 270-279.
- [P20] J.A. dos Santos, O. A. B. Penatti, R. da S. Torres, P.H. Gosselin, S. Philipp-Foliguet and A.X. Falcao. Improving Texture Description in Remote Sensing Image Multi-Scale Classification Tasks By Using Visual Words, *In IAPR International Conference on Pattern Recognition*, Tsukuba Science City, Japan, November 2012.

Mise en œuvre

Pour mener à bien ces objectifs, la structuration actuelle du laboratoire sera maintenue : une seule équipe structurée autour des trois groupes CoDe, CIT et RSLR, aux frontières perméables. La structuration en une seule une équipe est la traduction de la volonté d'une gouvernance centrale, conférant aux groupes l'animation scientifique comme tâche principale, permettant ainsi de faciliter les interactions entre groupes et de réduire la dispersion thématique. Du fait de sa taille et de sa situation, le LISTIC doit à la fois travailler sur le renforcement de la cohérence globale de son activité scientifique tout en ayant une politique de coopération et d'ouverture sur l'extérieur. La mise en œuvre passe donc par des actions internes directement liées au fonctionnement du laboratoire et des actions externes dépendantes des partenariats, des projets, mais aussi des choix stratégiques de l'Université Savoie Mont-Blanc.

Éléments de politique scientifique interne

- la réduction de la dispersion thématique. Cette tâche est délicate car elle repose sur une réorientation partielle de certaines activités. Une étape vers la réalisation de cet objectif consiste à travailler sur des thématiques permettant le rapprochement de plusieurs activités. C'est le sens que nous avons attaché à la définition des points de convergence. Pour réussir, des moyens devront être fléchés vers de telles initiatives (priorité sur les appels à projets ou les demandes d'allocations) ;
- un encouragement à la prise de risques. La politique actuelle de la recherche, visant à répondre aux grandes problématiques sociétales et aux grands enjeux scientifiques ne favorise par la prise de risque, c'est-à-dire l'exploration de piste originale. La direction du LISTIC encouragera de telles initiatives, dans la mesure où elles resteraient dans les thématiques du laboratoire, à travers un soutien à l'appel à projet de l'université, aux demandes d'allocation de recherche de l'école doctorale SISEO ou à des demandes de CRCT ou d'ASR ;
- le renforcement de l'animation scientifique. Le fonctionnement en groupes a sensiblement amélioré l'animation scientifique à l'intérieur du laboratoire. Les efforts doivent porter sur l'organisation de séminaires invités et le séjour de professeurs invités ;
- la réduction du nombre de non-publiants. C'est un problème difficile pour lequel la nomination d'un chargé de mission « Ressources Humaines » a permis d'initier quelques actions concrètes. En particulier des budgets ont été spécifiquement fléchés sur le financement de stagiaires sur des sujets associant un publiant et un non-publiant. Ces actions ont été mises en place au printemps 2014 et, même s'il est encore un peu tôt pour en mesurer l'impact, elles semblent avoir eu un effet positif. Elles vont être poursuivies en veillant à ne pas interrompre les dynamiques qui se sont créées ;
- Le développement d'une politique « projets » plus active. Les moyens d'un laboratoire provenant maintenant essentiellement des projets, et la sélection sur les appels à projet étant de plus en plus dure (AàP ANR par exemple), une stratégie de prospection sera définie et mise en œuvre en concertation avec le chargé de mission « Relations extérieures ». Par exemple, plusieurs de nos travaux ayant un lien direct avec la montagne ou les glaciers, il faut dès maintenant se préparer à répondre au prochain appel à projet INTERREG/ALCOTRA² (printemps 2015).
- l'implication dans les formations. L'implication du LISTIC dans le master ERSI est restée limitée, en grande partie à cause du faible effectif de ce master et de sa faible attractivité. Dans le prochain plan quinquennal, le LISTIC sera impliqué dans les modules de traitement de l'information du parcours Energie et Bâtiment Solaire du master Energétique, Thermique se mettant en place autour des activités du LOCIE. Il serait également intéressant de se rapprocher de masters grenoblois. Ces implications dans des masters voisins traduisent une volonté de renforcement de coopérations avec des laboratoires partenaires (voir paragraphe suivant). Le LISTIC continuera également à participer aux modules de l'ED SISEO. Il faut enfin noter une participation indirecte du LISTIC, Emmanuel Trouvé assurant la direction de l'école doctorale SISEO ;
- la poursuite d'un fonctionnement centralisé. Ce fonctionnement a été mis en place récemment, avec la nomination de chargés de missions, permettant un partage efficace des moyens. Aux chargés de missions actuels, viendra s'ajouter un responsable « communication » en charge du site web, de la réalisation de plaquettes ou de posters, de la mise en place de démonstrations, etc. ;
- la mise en place d'une démarche qualité au niveau des services administratifs et informatiques. L'objectif est à la fois de formaliser les procédures pour atteindre une meilleure efficacité des services et aussi de simplifier les processus administratifs.

² <http://www.interreg-alcotra.org/>

Éléments de politique scientifique externe

- le positionnement dans la ComUE et dans l'UGA (Université Grenoble Alpes). Les réflexions sont en cours pour la constitution de la ComUE et de l'UGA. Cette réflexion, faite au niveau des établissements, s'accompagne d'une réflexion similaire au niveau de la recherche, avec en particulier la mise en place des pôles scientifiques. Ces pôles, à caractère thématique auraient vocation à définir des regroupements de laboratoires. Les conditions de ces regroupements sont encore floues. Elles comprendraient l'élaboration d'une stratégie de recherche globale, mais aussi un partage de moyens (financiers et humains) avec une gouvernance ayant de larges prérogatives, autant de points qui peuvent avoir des incidences fortes, aussi bien positives que négatives, sur l'avenir du LISTIC. La stratégie actuelle du LISTIC est une stratégie de veille consistant à participer aux débats autour de la construction de ces pôles.
- les rapprochements vis-à-vis des autres laboratoires de l'Université Savoie Mont Blanc, et plus particulièrement des laboratoires de Polytech Annecy-Chambéry. Ces rapprochements peuvent également avoir une incidence positive pour le LISTIC. Actuellement, à l'initiative du LOCIE (UMR rattachée à Polytech Annecy Chambéry), se met en place un projet de fédération d'animation avec comme thématique « Bâtiment, Economie et Société » et associant, en plus du LISTIC, les laboratoires SYMME, IREGE et LAMA. Sur cette problématique, un certain nombre de points durs scientifiques (traitement d'un grand volume de données, mesure de performance, prise en compte du comportement de l'utilisateur, etc.) relèvent des compétences du LISTIC. Un descriptif de ce projet de fédération est donné en annexe 7.
- le développement des relations avec les entreprises, avec en particulier l'obtention de contrat CIFRE. Ces relations peuvent également passer par les pôles de compétitivité (Imaginove³ en particulier) ou par des organismes comme Thésame⁴ jouant le rôle d'interface entre la recherche et les entreprises et permettant l'obtention d'Allocation de Recherche cofinancées par l'Assemblée des Pays de Savoie. Le chargé de mission « Relation Extérieures » aura en charge de conforter ces relations.

³ <http://www.imaginove.fr/>

⁴ <http://www.thesame-innovation.com/>