Bilan de l'équipe Traitement de l'Information

L'équipe "Traitement de l'Information" s'intéresse à l'analyse et à la caractérisation de systèmes complexes. Face à cette problématique très large, les études développées dans l'équipe affichent deux particularités principales :

- l'utilisation de différentes sources d'où sont extraites des informations qui sont ensuite agrégées,
- la prise en compte d'une connaissance fournie par des experts.

Ces travaux s'intègrent dans un cadre scientifique commun : l'étude des "**systèmes de fusion d'information**". Le schéma de la figure 1 présente l'architecture générique d'un tel système basé sur trois niveaux de traitement.

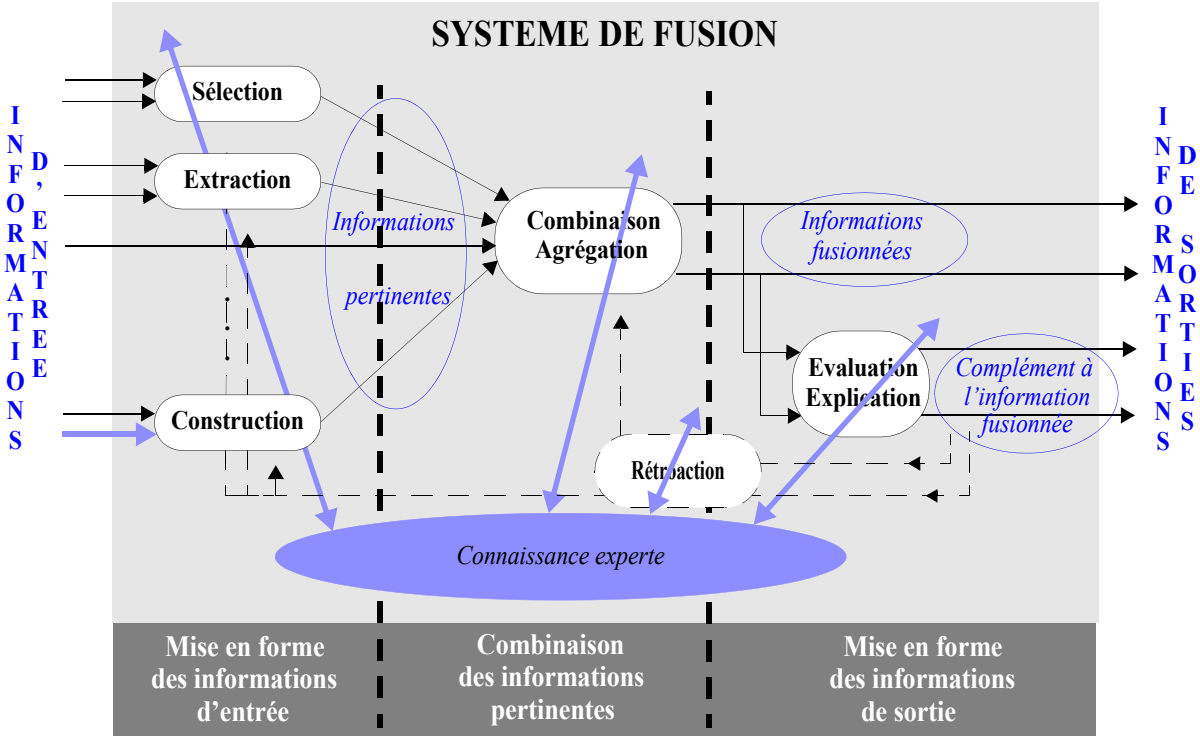

Fig. 1 : Architecture d'un système de fusion élémentaire

- Un premier niveau destiné à mettre en forme les informations brutes disponibles et à déterminer les informations pertinentes pour la fusion. Même si les travaux de l'équipe autour de cette étape sont de moins en moins nombreux, elle apparaît comme un passage incontournable dans un certain nombre de situations.
- Une agrégation des informations pertinentes avec pour objectif une réduction de la dimensionnalité, une augmentation du niveau d'abstraction de l'information ou une réduction de l'incertitude, en s'appuyant souvent sur une connaissance experte du domaine.
- Une aide à l'évaluation ou à l'exploitation des résultats délivrés par le système de fusion. Cette dernière étape représente l'interface de sortie du système de fusion.

Les travaux de l'équipe recouvrent des activités distinctes allant d'études à caractère théorique jusqu'à des actions de valorisation, avec une activité plus marquée à l'interface de contributions méthodologiques et d'applications pratiques. Les champs d'investigation servant à valider les méthodologies proposées concernent l'analyse des images complexes, et plus spécifiquement les images satellitaires, les données interférométriques, les images tomographiques, et les séquences vidéos, ainsi que l'expression et l'analyse de la performance des processus industriels.

TRAVAUX AMONT

Dans l'étude et la mise en place de systèmes de fusion d'informations, les données utilisées sont souvent imprécises, incertaines, incomplètes, etc., et il est indispensable de disposer d'outils permettant de représenter, modéliser et manipuler ces informations. Plusieurs cadres théoriques peuvent alors être envisagés, notamment les approches probabilistes, la théorie des possibilités et des sous-ensembles flous et la théorie des fonctions de croyance. Les travaux de l'équipe se situent principalement dans le domaine de la théorie des possibilités et des sous-ensembles flous. Nous présentons ici deux aspects de ces travaux : l'**expression des incertitudes dans les systèmes** d'une part et les **mécanismes d'agrégation** d'autre part.

Expression des incertitudes

Dans l'optique de traitements ultérieurs, et en particulier pour la fusion, un point important de la représentation des informations est l'expression des incertitudes et leur propagation. Nous nous sommes particulièrement intéressés au cas de mesures physiques fournies par des sources dont le modèle n'est pas très bien connu et/ou apportant peu de mesures. Dans ces deux situations, les hypothèses des modèles probabilistes (loi connue, échantillon de taille importante) ne sont plus valides et les approches habituelles discutables. C'est pourquoi nous avons proposé des approches possibilistes mieux adaptées à ces situations de connaissances pauvres. Néanmoins, les méthodes possibilistes développées ne sont pas en contradiction avec les méthodes probabilistes mais en proposent des extensions, une distribution de possibilités pouvant être vue comme une famille de distributions de probabilité, mais aussi comme un ensemble emboîté d'intervalles de dispersion [ACL-58].

Si la loi de probabilité de la variable dont sont issues les observations est connue, les intervalles de dispersion s'obtiennent sans difficultés et une distribution de possibilités peut être construite en empilant tous ces intervalles (et non pas en en choisissant arbitrairement un seul) en fonction de leur probabilité : la coupe de la distribution de possibilité de niveau *alpha* est identifiée à l'intervalle de dispersion de probabilité *1 - alpha*. Quand la loi de probabilité n'est pas connue, les informations disponibles sont moins riches (par exemple la moyenne, l'écart-type, la symétrie, l'unimodalité) et l'approche possibiliste proposée consiste à construire les intervalles de dispersion de longueurs les plus courtes sous contraintes des informations disponibles. Cela revient à appliquer un principe de maximum de spécificité (une distribution de possibilité $\pi_1(x)$ est plus spécifique que $\pi_2(x)$ si $\pi_1(x) \leq \pi_2(x)$). Ce principe possibiliste de maximum de spécificité est néanmoins relié à la notion d'inégalités probabilistes [ACTI-129].

L'autre point important concerne le traitement de situations où très peu de mesures sont disponibles. Dans ce cas, il ne s'agit plus de représenter un ensemble important de mesures, mais d'obtenir une information sur la quantité mesurée, c'est à dire procéder à une inférence statistique. Cette inférence peut se faire suivant différents principes et utiliser des informations a priori fournies par des experts (par exemple sur la forme de la distribution). Une manière classique (dite "fréquentiste") de procéder est de définir des intervalles de confiance du paramètre recherché. L'ensemble de ces intervalles de confiance constitue une distribution de possibilité, la plus spécifique à partir des informations disponibles, qui est une expression facilement compréhensible de l'incertitude [ACL-43]. L'application de cette approche à un nombre réduit de mesures, voire une seule, produit des résultats surprenants qui amène à s'interroger sur ce mécanisme d'inférence [ACTI-114]. La figure 2 illustre le cas d'un capteur de température fournissant une seule mesure de 30° à laquelle peuvent s'ajouter une connaissance a priori de symétrie, et des estimations expertes de 20°(expert A) et 28°(expert B) qui permettent d'augmenter la spécificité de la distribution de possibilité.

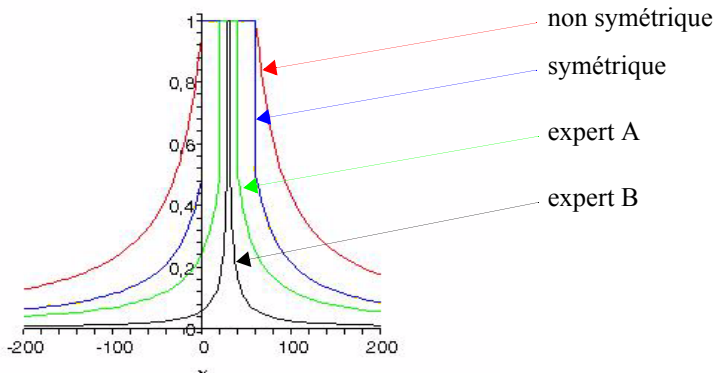

Fig. 2 : .Exemples de distribution de possibilité dans le cas de peu de mesures

Agrégation

Dans un contexte numérique, les mécanismes usuels d'agrégation d'informations (moyenne arithmétique, moyenne pondérée, moyenne pondérée ordonnée, moyenne généralisée, ...) reposent sur l'utilisation d'opérateurs arithmétiques. En présence d'informations incertaines représentées par des sous-ensembles flous (nombres flous), il est nécessaire d'utiliser une arithmétique floue. Dans ce cadre, plusieurs pistes ont été explorées de façon à adapter le calcul flou à son contexte d'utilisation, à faciliter son implémentation, ou encore à apprendre à partir de données les paramètres flous à utiliser.

Tout comme l'arithmétique d'intervalles qu'elle étend, l'arithmétique floue standard construite selon le principe d'extension de Zadeh, conduit à une sur-estimation du résultat, due à un effet de «dépendance» des arguments. En fait, le calcul flou conventionnel garantit que le résultat obtenu englobe le cas le plus pessimiste même si le contexte interdit qu'il se produise. Basée sur la résolution d'équations floues, des opérateurs flous de soustraction et de division "optimistes", inverses des opérateurs d'addition et de multiplication, a été proposée ainsi qu'une condition nécessaire à leur existence, condition qui devient suffisante dans le cas de nombres flous trapézoïdaux [ACTI-88]. Cette proposition d'opérateurs "optimistes" émane de travaux menés à l'origine pour l'inversion des systèmes à paramètres triangulaires flous dans le cadre de la commande [ACL-20].

Si ces opérateurs "optimistes" sont directement exploitables pour un moyennage "optimiste" à poids flous, une agrégation floue plus complexe peut nécessiter l'évaluation du minimum (ou maximum) de deux nombres flous. Une méthode efficace d'évaluation exacte de ces quantités a ainsi été proposée dans [ACL-36].

Les travaux évoqués ci-dessus nécessitent tous la connaissance des poids flous intervenant dans le mécanisme d'agrégation. Dans le cadre de la thèse d'Amory Bisserier une approche supervisée de régression floue possibiliste, basée sur un modèle flou linéaire en les paramètres, est exploitée pour déterminer les poids à partir de données entrées/sortie incertaines. Le problème d'optimisation sous-jacent traduit alors la volonté d'identifier le modèle le moins imprécis possible qui englobe toutes les données disponibles. Un critère d'optimisation représentant l'imprécision intrinsèque au modèle a été proposé, l'adéquation aux données étant exclusivement assurée par le biais de contraintes d'inclusion floue [ACTI-125], [ACTI-133].

Une alternative à l'agrégation par opérateurs consiste à réaliser une agrégation par règles. Dans un contexte flou, cette approche consiste à développer un système à base de règles floues, les grandeurs à agréger étant spécifiées dans la partie prémisse des règles, le résultat de l'agrégation constituant la conclusion des règles. Deux types de règles sont généralement distingués selon la sémantique attribuée à l'opérateur "si ... alors" utilisé pour formuler les règles. L'utilisation d'un "et" flou en guise de "si ...

alors" conduit aux règles floues usuelles, alors que l'exploitation d'une implication floue conduit à l'expression de contraintes (règles graduelles utilisées en classification dans le cadre de la thèse de Lavinia Darlea [ACTI-17], [ACTN-23]).

Les systèmes usuels, à base de règles floues conjonctives, sont issus de deux grandes familles : les systèmes de Mamdani et les systèmes de Sugeno. Les premiers sont basés sur un mécanisme de raisonnement alors que les seconds exploitent un mécanisme d'interpolation. Ces deux familles se distinguent également par la façon dont les conclusions de règles sont exprimées : nombres précis, nombres flous ou symboles. Le choix d'une famille particulière est souvent réalisé dans l'objectif de garantir certaines propriétés des systèmes implantés. Par exemple, dans un contexte de commande purement numérique, le choix d'un système de Sugeno a permis d'exhiber des équivalences entre diverses architectures de contrôle [ACL-27], [ACL-37]. Le choix systématique d'une famille de règles a cependant conduit à une implémentation pratiquement exclusive de deux formes de systèmes sur les six envisageables à partir des deux mécanismes de calcul disponibles et des trois types de conclusions possibles [ACTI-59], [OS-21]. Cette constatation ouvre la porte à une étude plus approfondie des systèmes actuellement non exploités mais conceptuellement envisageables, notamment pour implémenter une approche de calcul avec les mots.

TRAVAUX METHODOLOGIQUES

Une partie importante des travaux présente un caractère méthodologique. Ces travaux sont souvent développés dans le contexte d'un champ d'investigation spécifique ou en lien avec un projet.

Extraction et mise en forme de l'information

Ce travail s'inscrit dans le domaine de l'Extraction de Connaissances à partir des Données (ECD ou KDD, Knowledge Discovery in Databases). Il vient en appui, au point de vue méthode, de la fusion d'information et bénéficie de la large palette applicative (e.g, analyse d'images satellites, analyse de séquence vidéos, performance industrielle) et théorique (e.g, théorie des ensembles flous, méthodes de fusions) disponible au LISTIC. Le premier aspect de ces travaux concerne la question de la représentation des connaissances extraites et de son adéquation par rapport au(x) domaine(s) d'application(s) envisagé(s). Un second aspect est alors la création d'algorithmes de data mining permettant l'extraction des représentations définies. Ces algorithmes sont alors implantés dans des prototypes qui sont validés par des expériences sur des jeux de données réels et synthétiques.

Un premier volet de ces activités concerne l'analyse spatio-temporelle de séries d'images satellites (optiques et radar) à l'aide de méthodes de fouille de données (ou data mining), en mode non-supervisé. Ce volet a été initié avec Andreea Maria Julea en stage de master (2006). Celle-ci poursuit actuellement ce travail en thèse. Dans un premier temps, des méthodes existantes de fouille de données (e.g., l'extraction de motifs séquentiels fréquents) ont été appliquées afin d'évaluer leurs potentiels et leurs limites. Ceci a fait l'objet de collaborations avec TelecomParisTech (ENST) et de publications dans des conférences liées au data mining [ACTI-54] et dans des conférences liées à l'analyse d'images satellites [ACTI-45],[ACTI-126],[ACTI-143],[ACTI-144]. Puis, en collaboration avec le LIRIS, nous nous sommes orientés vers la conception d'algorithmes originaux de fouille de données permettant d'extraire des motifs séquentiels fréquents qui, en plus de la notion de surface, intègrent des contraintes de connexité spatiale, que ce soit de façon active ou non. Une contrainte active permet, associée à la contrainte de fréquence, d'élaguer des portions entières de l'espace des solutions. D'un point de vue applicatif, cela permet également de ne proposer que des motifs qui font sens à la fois temporellement et spatialement. Ces derniers développements s'inscrivent également en tant que résultats du projet ANR EFIDIR.

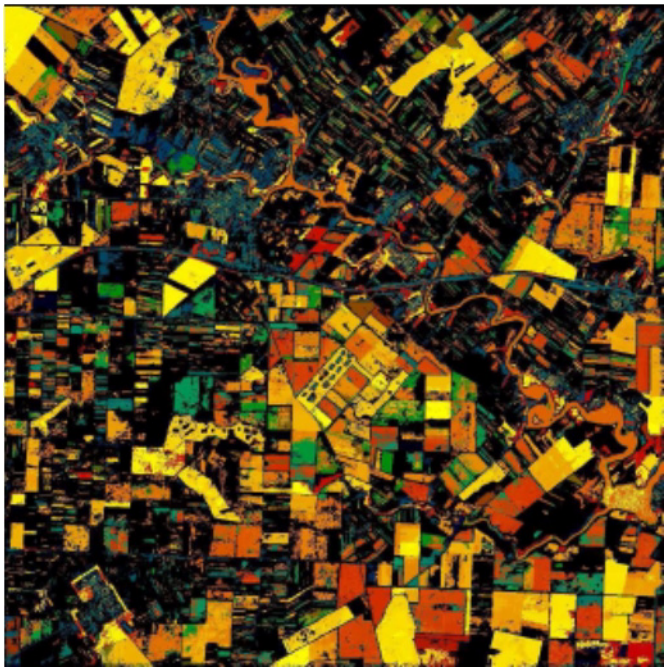

Fig. 3 : Visualisation des évolutions temporelles les plus fréquentes spatialement(1M de pixels, 20 images, 3 bandes) - les couleurs correspondent à différentes classes d'évolution, le noir traduisant l'absence d'évolution.

Un deuxième volet des activités data mining concerne l'utilisation automatique de motifs locaux, en particulier les épisodes (FLM-rules), dans le but de prédire, en nature et dans le temps, les défaillances d'un système. Ces travaux ont été initiés avec Nicolas Lenormand dans le cadre d'un stage d'ingénieur CNAM (2008), au sein du projet BQR « Chaîne logistique ». Des résultats très encourageants ont été obtenus dans le cas des chaînes logistiques, sur des jeux de données synthétiques [ACTI-117]. Ce type d'approche a été raffiné et validé sur des jeux de données réels grâce à Florent Martin qui est en thèse CIFRE chez ALCATEL (ADIXEN). Un brevet est d'ailleurs en cours de dépôt.

Fusion, agrégation d'information

Les méthodologies de fusion constituent le cœur des activités de l'équipe. Parmi ces méthodologies, une part importante des travaux est consacrée à l'utilisation des techniques numériques fondées sur l'intégrale de Choquet.

Cas de la mesure de confiance :

Un mécanisme original d'apprentissage des paramètres de l'intégrale de Choquet a été développé dans le cadre de la thèse de Sylvie Jullien [TH-17], et validé sur l'analyse des images tomographiques de pièces électrotechniques (contrat avec la société Schneider Electric). Cette application industrielle fait intervenir des experts en matériaux composites capables d'identifier des régions d'intérêts dans les images volumiques. Cette connaissance se matérialise sous la forme de pointés de référence et elle est à la base de l'identification des paramètres de l'intégrale de Choquet. Dans un premier temps, les attributs extraits des images sont transformés sous forme de cartes de confiance. Ces degrés de confiance mesurent la possibilité pour chaque voxel d'appartenir à une des classes recherchées. Dans un deuxième temps, les degrés de confiance sont agrégés grâce à l'intégrale de Choquet afin d'obtenir une confiance globale. Dans cette agrégation, les paramètres utilisés sont choisis en fonction de l'importance que l'on attache à chaque source, cette importance étant obtenue à partir de l'entropie relative mesurée sur les pointés de référence [ACTN-31], [ACTI-77], [ACTN-24]. La figure 4 illustre une détection de régions d'intérêt.

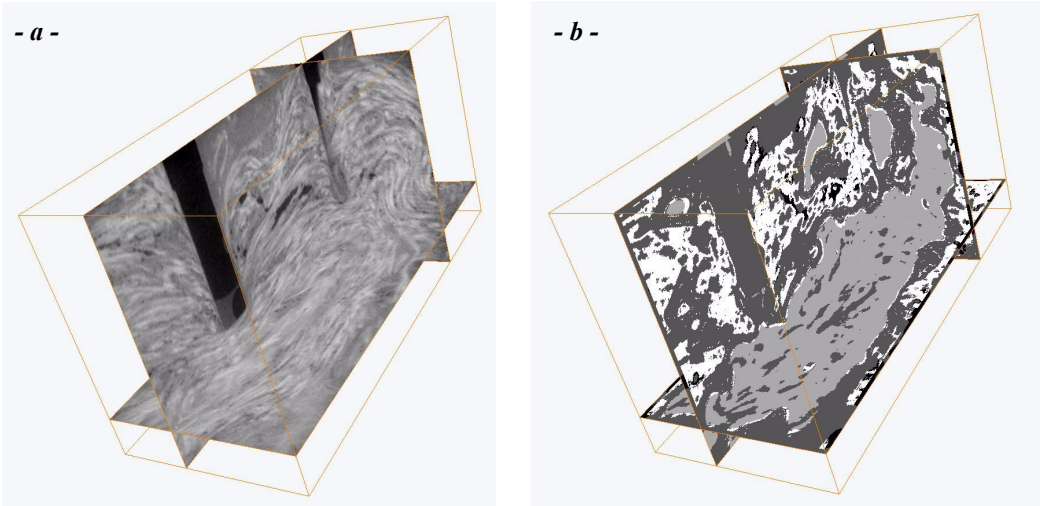

Fig. 4 : Détection de régions d'intérêt : a - Image tomographique initiale, b - Régions d'intérêt (en gris clair les zones où les fibres sont orientées, en blanc les zones cahotiques, en gris foncé les zones dépourvues de fibres)

Cas de la mesure de performances :

Dans le cas de mesures de satisfaction, nous cherchons à formaliser l'expression de la performance d'un système, et ce, à des fins de pilotage, d'optimisation et d'amélioration. Fondée sur le triptyque « efficacité – efficience – effectivité » et par essence multicritère, nous voyons la performance d'un système comme :

- une mesure d'efficacité ; sous une double contrainte, d'efficience dans l'utilisation des moyens alloués et d'effectivité dans la définition des objectifs associés,
- le résultat de l'agrégation (fusion) de performances plus élémentaires.

Sur la base de travaux précédents qui ont concerné la définition de la notion d'indicateur de performance industrielle puis la conception de système d'indicateurs, nous avons abordé la problématique de l'exploitation de ces systèmes. Défini par le triplet (objectif, mesure, variable), l'indicateur base son expression de performance sur la comparaison de l'objectif à une mesure observée. Le besoin de fédérer l'ensemble des indicateurs déployés a été satisfait par une définition systémique. Le système a pour entrée la décomposition d'un objectif global en objectifs élémentaires et fournit en sortie des expressions de performance. La recherche de la cohérence et la prise en compte des interactions entre les expressions de performance retournées se traduit, selon nous, par la définition d'un mécanisme d'agrégation adéquat. Ceci nous a menés à explorer les fondements de la théorie du mesurage, à travers les concepts de :

- commensurabilité des expressions de performance, sur des échelles unipolaire ([0,1]) puis bipolaire ([-1,+1]),
- signifiance des opérateurs d'agrégation.

L'opérateur d'agrégation retenu est l'intégrale de Choquet, qui généralise la moyenne pondérée, largement répandue dans le domaine de l'expression de la performance. L'intégrale de Choquet est à même de prendre en compte les différents types d'interaction entre les expressions de performance. Nous avons considéré la méthodologie multicritère MACBETH pour prendre en compte, de manière cohérente, les préférences d'un décideur à travers les paramètres de l'agrégation. Nous avons proposé une extension de MACBETH à l'intégrale de Choquet, et une application au domaine industriel a été réalisée dans le cadre de l'intégration d'une politique environnementale dans les plans qualité (Société Fournier) [ACL-39], [ACTN-25].

Dans un second temps, nous nous sommes intéressés à l'optimalité des performances, dans un contexte de démarche d'amélioration. Deux problématiques sont traitées :

- Comment expliquer les performances atteintes, en termes d'efficacité et d'efficience ?
- Comment améliorer, voire optimiser, l'atteinte des performances ?

Ces travaux reposent sur le modèle d'agrégation précédent. La nécessité d'expliquer les performances atteintes et d'exprimer les performances optimales - sous une forme interprétable par le décideur - nous a guidés vers une approche de résolution de type recherche opérationnelle. Les sommets des simplexes retenus identifient alors les expressions élémentaires à améliorer. Cette étude a fait l'objet notamment de la thèse de Sofiane Sahraoui [TH-21].

APPLICATIONS

Deux principaux champs d'investigation ont servi de support applicatif aux travaux méthodologiques :

- le premier concerne le traitement des images. Nous présentons ici des résultats obtenus dans deux domaines : l'imagerie satellitaire radar et l'analyse de séquences d'images.
- le deuxième concerne l'expression et l'analyse de la performance industrielle.

Imagerie satellitaire

L'imagerie radar à synthèse d'ouverture (SAR) est un des champs d'application dans lequel le LISTIC a développé une forte expertise en proposant et coordonnant successivement deux projets nationaux : le projet MEGATOR[1] et le projet ANR EFIDIR[2]. Des travaux ont d'abord été effectués au niveau de l'enchaînement des étages d'extraction/fusion avec la finalisation d'une chaîne complète de traitement en interférométrie différentielle (D-InSAR) pour l'observation des glaciers tempérés. Nous avons en particulier étudié le potentiel et les limites des traitements conventionnels et des outils développés dans le cadre du projet MEGATOR pour mesurer le déplacement des glaciers en combinant des images SAR issues des archives des satellites ERS (1995-2000), des données topographiques et des mesures in situ [ACL-45]. A l'issue de la génération d'interférogrammes, les étapes suivantes ont été mises en œuvre :

- le filtrage des données de phase et de cohérence sur des voisinages adaptatifs construits à partir de l'information d'amplitude (méthode IDAN [ACL-33]) avec mise à plat du motif de franges grâce à l'estimation des fréquences locales [ACL-55]. Ces méthodes ont été développées durant la thèse de Gabriel Vasile soutenue en 2007 [TH-12].
- le développement de phase réalisé par moindres carrés pondérés en s'appuyant sur la phase et la cohérence issues du filtrage IDAN et le masquage des glaciers,
- l'ortho-rectification des mesures InSAR et la combinaison avec des données issues de système d'information géographique (MNT, meusres in-situ) pour en déduire un champ de vitesse 3D à la surface des glaciers. Les outils nécessaires à l'étape d'alignement des sources d'information [ACTI-134] ont été développés durant la thèse d'Ivan Pétillot soutenue en 2008 [TH-20].

Les résultats obtenus constituent une étape importante vers l'utilisation des données RSO des satellites radar « nouvelle génération » (polarimétrique, haute résolution…) lancés en 2006/2007. Dans cette optique, deux campagnes d'acquisition de données SAR aéroportées ont été organisées en octobre 2006 et février 2007 en collaboration avec le DLR (agence aérospatiale allemande). Plusieurs glaciers ont été

1.Mesure de l'Evolution des Glaciers Alpins par Télédétection Optique et Radar, ACI Masse de Données 2004-2007, http://www.demorecherche.univ-savoie.fr/megatorrecherche
2.Extraction et Fusion d'Information pour la mesure de Déplacement par Imagerie Rasar, ANR Masse de Données et de Connaissance 2008-2011, http://www.efidir.fr

imagés dans différentes bandes de fréquence (X, C, L et P) alors qu'un ensemble de mesure au sol était effectué (mesures GPS différentiel, profils stratigraphiques de la neige…) [ACTI-97]. Quatre propositions ont également été soumises à des agences spatiales pour acquérir des données des satellites radar ENVISAT et des nouveaux satellites (ALOS, TerraSAR-X et Radarsat-2) sur le site test "Chamonix Mont-Blanc". Ces données sont actuellement en cours d'acquisition et sont étudiées en collaboration avec les partenaires du projet EFIDIR.

Toujours dans le cadre des travaux appliqués à l'observation des glaciers alpins et avec le soucis d'exploiter les méthodologies mises en place pour la fusion d'informations hétérogènes disparates (très nombreuses sur certaines modalités, pauvres, voire manquantes, sur d'autres modalités) nous participons depuis 2007 à la mise en place et au maintien d'un dispositif expérimental sur le glacier d'Argentière, en collaboration avec deux laboratoires grenoblois (GIPSA-lab et le LGIT) et le LTCI (Télécom ParisTech). Ce dispositif comprend des coins réflecteurs dédiés à la calibration des images SAR, dont un ancré sur la glace (Fig. 5), et trois stations GPS continu, l'une située à proximité du coin réflecteur en déplacement, les deux autres sur des points fixes à des altitudes différentes. Ce dispositif fournit des jeux de données uniques à notre connaissance : des séries d'images radar du site dans lesquelles les coins réflecteurs sont détectés avec une grande précision et des signaux GPS qui mesurent en continu la position du coin ancré dans la glace ainsi que les fluctuations de l'atmosphère à l'aide des 3 stations. L'objectif est d'exploiter la complémentarité de ces sources d'informations pour effectuer des avancées dans plusieurs directions, notamment :

- la combinaison d'informations spatialement pauvres (ponctuelles ou en quelques points) et temporellement riches (continues dans le cas du GPS) avec des informations spatialement riches mais disponibles uniquement aux dates où les images sont acquises,
- la correction des effets atmosphériques qui est le principal facteur d'incertitude dans la mesure de déplacement par interférométrie radar,
- l'application de ce type de dispositif pour la surveillance des glaciers et l'évaluation du risque d'origine glaciaire.

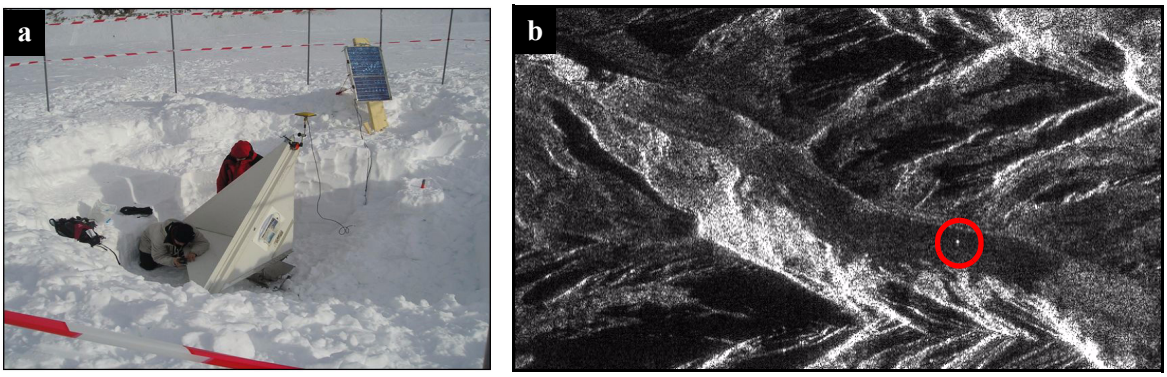

Fig. 5 : a) Coin réflecteur radar et station GPS installés en Février 2007 sur le glacier d'Argentière
b) visibilité dans l'image du satellite ENVISAT de février 2007

Analyse de séquences d'images

La recherche ou la navigation dans les bases de séquences d'images demandent une indexation pertinente. Cette indexation est rendue délicate par l'écart existant entre les caractéristiques que l'on arrive à extraire automatiquement des séquences et ce que l'utilisateur demande. On parle de "fossé sémantique". Les travaux de l'équipe se situent dans ce contexte. La démarche utilisée consiste à extraire différentes caractéristiques, généralement de bas niveau, et à les fusionner en s'appuyant sur une connaissance experte du domaine. Plus spécifiquement, deux approches on été explorées :

La première, ne prenant en compte que le contenu des images, consiste à extraire des informations

élémentaires sur la distribution des couleurs, le rythme et l'activité de la séquence [TH-11]. Ces différentes informations sont ensuite agrégées et décrites de manière symbolique pour atteindre une caractérisation de plus haut niveau [ACTI-60], [ACTI-64], [ACTI-105], [ACL-52]. Cette démarche a été testée sur les films d'animation du festival international d'Annecy (collaboration avec CITIA[1]). Ces séquences présentent un certain nombre de spécificités qui les distinguent des séquences sportives ou informatives classiquement analysées dans la littérature : durée généralement courte (quelques minutes), contenu présentant une grande variabilité et signature couleur voulue par l'auteur. Les caractérisations obtenues peuvent alors être exploitées pour différentes tâches. En particulier, nous avons effectué une classification des degrés d'appartenance aux caractérisations symboliques construites et les classes ainsi obtenues ont pu être interprétées du point de la perception humaine. L'exemple de la figure 6 illustre le résultat d'une classification selon les couleurs et le rythme. La classe 2.1 contient les films aux couleurs sombres et au rythme lent, alors que la classe 1.1 contient les films ayant une distribution de couleurs variée, premier pas vers la distinction entre films plutôt tristes et films plutôt gais.

Fig. 6 : Classification de films d'animation

La deuxième approche, plus récente, mêle des caractéristiques images avec des informations de nature textuelle (thèse en cours de Grégory Païs). Elle a également été envisagée dans le cas des films d'animation où l'on dispose pour chaque film d'un texte, généralement très court, résumant le film (synopsis). La difficulté vient d'une part de l'écart sémantique entre les informations fournies par les images et celles issues des textes, et d'autre part de la difficulté à obtenir une information pertinente de synopsis présentant une très grande variabilité. Une analyse lexicale et syntaxique des synopsis a permis de définir ce que nous avons appelé le "scénario actanciel", schéma se focalisant sur l'action. Ensuite, nous avons vérifié que les actions mentionnées dans le synopsis correspondaient bien à la mesure d'action obtenue à partir de l'analyse des images. Cette vérification a été faite globalement sur l'ensemble du film et localement en vérifiant que les périodes où les images fournissent une action élevée correspondent bien aux verbes d'action du synopsis [ACTN-42], [ACTN-43].

Les index obtenus ont été également exploités pour construire des résumés statiques et dynamiques. Ces résumés ont été obtenus sur les films d'animation [ACTI-49],[ACTI-90], mais également dans le cadre du challenge TrecVid [ACTI-112], [ACTI-113].

Performances industrielles

Outre les applications dédiées au pilotage industriel (voir § Méthodologies), des extensions des réflexions sur la mesure de performances ont été réalisées dans le cadre de problématiques telles que la sélection des portefeuilles de projets (partenariat avec la société ARITTEM [ACLN-69],[ACTN-19]), le management de la chaîne logistique (quantification de tableaux de bord, sélection de fournisseurs…), en collaboration avec la société SNRoulements [ACL-35], [ACTI-68], [ACTI-91] ; l'évaluation des processus de traitements d'images [ACTI-77], [ACTN-31] ; l'évaluation des sites du e-commerce, dans le cadre du projet MATRICS (Multicriteria Technics for Risk Investigation in Complex Systems) en collaboration avec l'Ecole des Mines d'Alès [TH-9], [ACL-23], [ACTI-43], [ACTI-58].

1.CITIA, Cité de l'image en mouvement