

1 - Traitement de l'Information

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

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

Ainsi, dans la continuité des travaux engagés depuis la création de l'équipe, les travaux effectués en 2006-2007 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.

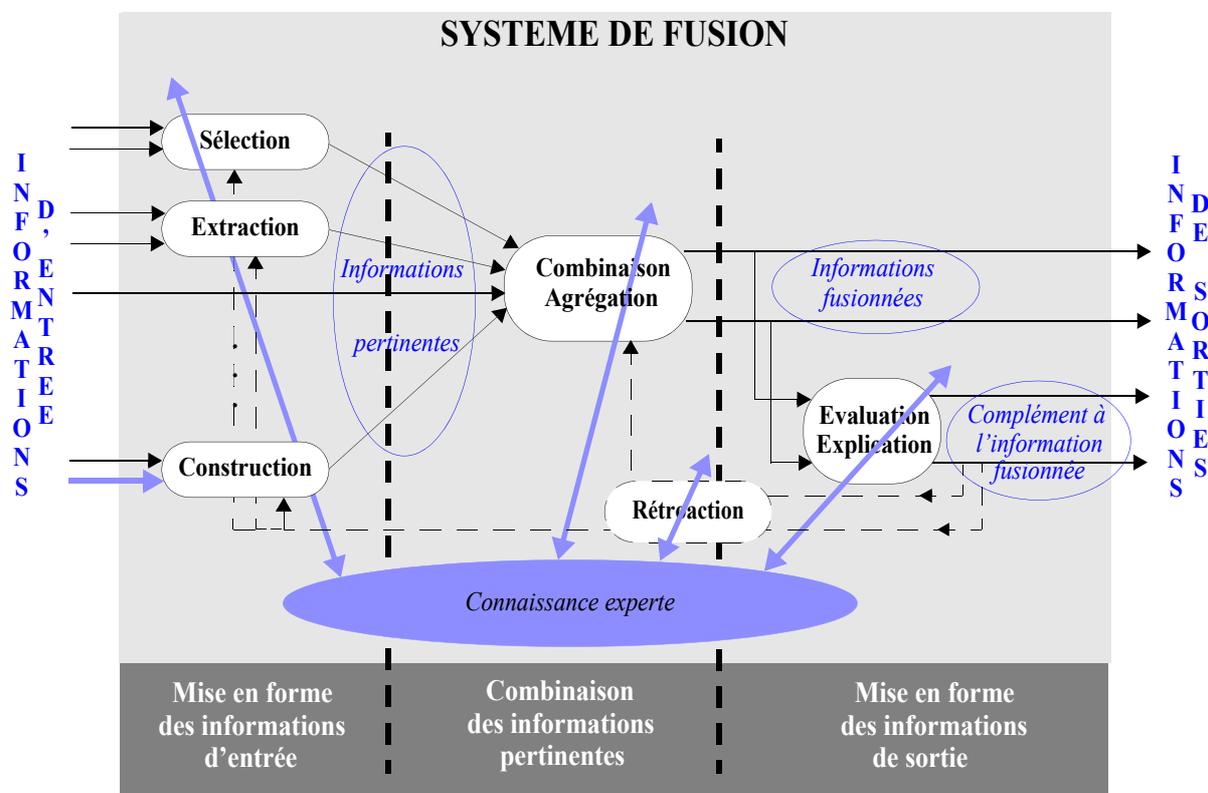


Fig. 1 : Architecture d'un système de fusion élémentaire

- Un premier niveau destiné à mettre en forme les informations brutes disponibles et à déterminer les informations pertinentes pour la fusion. Cette première étape constitue l'interface d'entrée du système de 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 où la sélection, l'extraction ou encore la construction d'une information spécifique au domaine d'investigation sont nécessaires.
- 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. Dans nos travaux, l'élaboration du mécanisme de fusion s'appuie presque toujours sur

une connaissance experte du domaine, avec une volonté d'intégrer le savoir-faire de l'expert et l'expérience des phénomènes étudiés dès la phase de conception.

- 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. Elle a pour objectif de mettre en forme l'information fusionnée en lui adjoignant éventuellement des compléments utiles à son exploitation ultérieure (mesures de qualité, explications ...).

A ces trois niveaux s'ajoute la possibilité de rétroaction. Le réglage d'un système de fusion est en effet souvent difficile et il peut être nécessaire, en fonction des résultats obtenus ou des avis des experts de reprendre le réglage d'un paramètre de la méthode de fusion, le choix des données utilisées, etc.

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,
- l'expression et l'analyse de la performance des processus industriels.

Ces travaux ont été notamment développés au travers de projets nationaux (MEGATOR), régionaux (clusters ISLE, et GOSPI de la région Rhône-Alpes) ou de soutiens de type BQR, dans le cadre de contrats industriels (SCHNEIDER ELECTRIC, SERT Metal), ou encore au travers de coopérations internationales (Roumanie, Canada, Japon).

TRAVAUX AMONT

Reda Boukezzoula, Sylvie Galichet, Gilles Mauris

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 et se sont focalisés d'une part, sur l'expression et la propagation des incertitudes dans les systèmes, et d'autre part, sur les mécanismes d'agrégation par opérateurs flous et par règles.

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 [CI-14].

Ce dernier point est compatible avec les recommandations du guide ISO, établi par les organismes internationaux en métrologie, qui mettent l'accent sur le besoin, au niveau applicatif, de définir un intervalle autour du résultat de mesurage qui comprenne une fraction élevée de la distribution des valeurs observées (c'est à dire un intervalle de dispersion). 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 α 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 et sont par exemple la moyenne, l'écart-type, la symétrie, l'unimodalité, etc. Dans ces situations, plusieurs lois de probabilité peuvent correspondre aux informations disponibles 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 $\pi_1(x) \leq \pi_2(x)$) qui est plus juste que le principe de maximum d'entropie préconisé en probabilité qui consiste à choisir parmi les lois de probabilité compatibles celle qui maximise l'entropie au sens de Shannon [CI-66]. Cette dernière approche peut en effet aboutir à sous estimer l'incertitude, des intervalles de dispersion arbitrairement plus courts que ceux correspondant aux informations disponibles pouvant être obtenus. Ce principe de maximum de spécificité est néanmoins relié à la notion d'inégalités probabilistes [CI-57]. Ci-après, la figure 2 donne un exemple de loi à support infini avec moyenne et écart-type connu pour lequel l'inégalité de Bienaymé-Chebyshev s'applique. La connaissance de l'unimodalité et de la symétrie augmente la spécificité (par l'inégalité de Gauss-Winkler), encore plus si une loi normale, qui correspond au maximum d'entropie

pour moyenne et écart-type connus, est considérée.

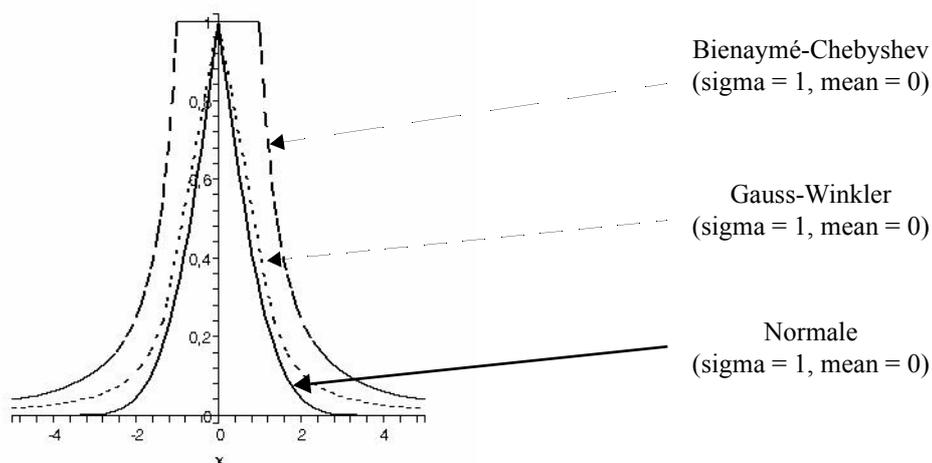


Fig. 2 : Illustration de l'augmentation de la spécificité de l'information en fonction de la connaissance disponible

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 [P-26]. 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 [CN-17]. La figure suivante 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.

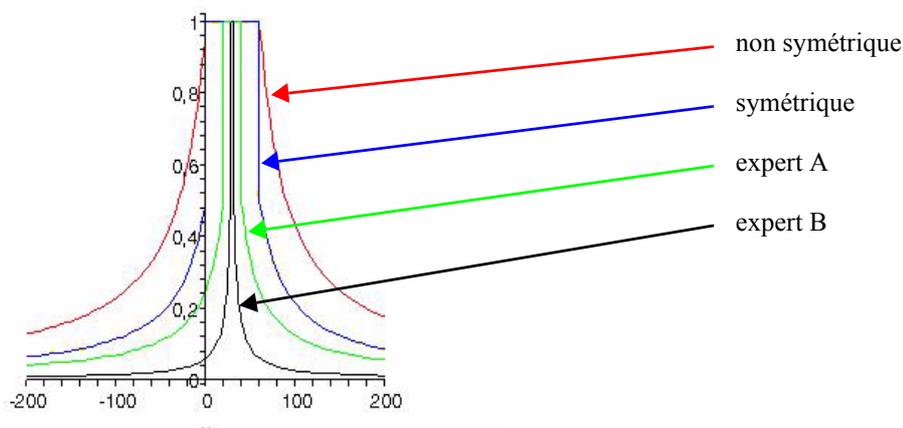


Fig. 3 : Exemples de distribution de possibilité dans le cas de peu de mesures

Propagation des incertitudes

Une fois l'incertitude représentée, il est important d'avoir un mécanisme de propagation pour des opérations ultérieures, notamment de fusion. La propagation de distributions de possibilité s'appuie sur le principe d'extension de Zadeh. Pour des distributions de possibilité linéaires par morceaux et une propagation par des opérateurs linéaires, ce principe conduit en sortie à des distributions linéaires par morceaux dont les paramètres s'obtiennent simplement à partir de ceux des entrées. Dans un but d'interprétation, une description des distributions de possibilité par des indicateurs descriptifs de position, de dispersion et d'asymétrie a été retenue [CI-17]. Pour des opérations non linéaires, telle l'intégrale de Choquet, qui permet de modéliser des interactions entre les critères, la propagation est plus difficile. Pour ce cas, nous avons proposé un mécanisme original de décomposition des distributions en zones où l'opérateur est linéaire, suivi d'une recombinaison des distributions partielles obtenues dans chaque zone [P-7]. Cette approche a conduit à des relations simples entre les indicateurs descriptifs permettant ainsi de déterminer les impacts de l'incertitude de chaque entrée sur l'incertitude de sortie [CI-2]. L'approche a été également appliquée à une propagation d'incertitude dans un jeu de règles symboliques qui peut également s'exprimer comme une fonction linéaire par morceaux [P-16].

Agrégation par opérateurs flous

Dans un contexte numérique, une fusion élémentaire peut être réalisée par calcul d'une moyenne arithmétique des données à agréger. En présence d'informations imprécises représentées par des nombres flous, un simple calcul de moyenne fait appel à un opérateur d'addition floue. Dans le cas d'une moyenne pondérée, la spécification de poids flous conduit à l'utilisation d'une multiplication et d'une division floues. Ainsi, l'arithmétique floue est à la base de tout processus de fusion par moyennage dès lors qu'une représentation floue des grandeurs numériques (variables et/ou paramètres) est choisie. L'exploitation d'opérateurs de moyenne généralisée peut également nécessiter que soient évalués des minima et maxima. 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.

Adaptation au contexte : définition d'opérateurs flous optimistes

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. Il s'ensuit que les opérateurs flous n'ont pas d'inverse. En d'autre terme, la soustraction (resp. la division) floue n'est pas l'opération inverse de l'addition (resp. la multiplication) floue. Basée sur la résolution d'équations floues, une définition d'opérateurs de soustraction et de division optimistes a été proposée. Lorsque ces derniers existent, ils sont les opérateurs inverses des opérateurs d'addition et de multiplication flous [CI-47]. La figure 4

illustre la construction de ces opérateurs.

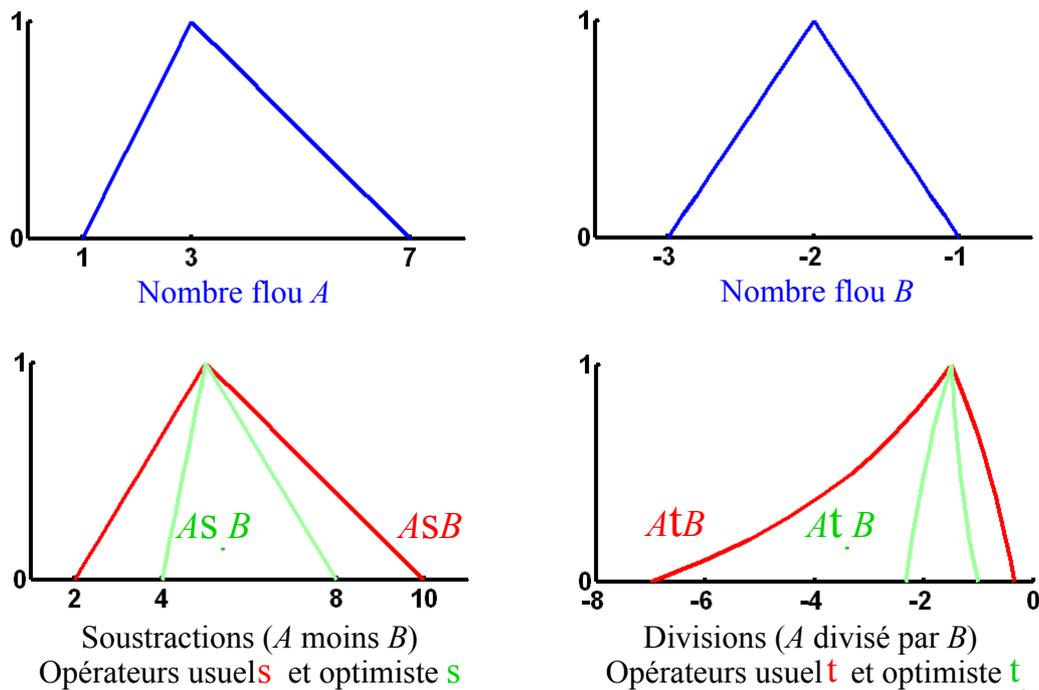


Fig. 4 : Opérateurs flous optimistes

Une condition nécessaire d'existence, construite uniquement sur les paramètres définissant le support et le noyau des nombres flous manipulés, a pu être exhibée. Cette condition devient suffisante lorsque les nombres flous ont des profils linéaires (triangles, trapèzes). Cette étude, menée à l'origine pour l'inversion des systèmes à paramètres triangulaires flous dans le cadre de la commande [P-4], est directement exploitable pour le calcul d'une moyenne floue pondérée optimiste. Les propriétés et contraintes d'utilisation de cette dernière restent à établir.

Implémentation efficace : détermination du minimum et maximum de deux nombres flous

Lorsque la spécification des poids associés aux grandeurs à moyenner repose sur un ordre de ces dernières, les opérateurs d'agrégation obtenus sont nommés OWA (Ordered Weighting Average). Les opérateurs conventionnels d'agrégation par minimum, moyenne arithmétique, médian, maximum sont des cas particuliers d'OWA. De manière générale, l'implémentation d'un OWA requiert d'ordonner les valeurs à agréger, ce qui dans un contexte classique peut être réalisé par calcul d'une collection de minima. De même, une agrégation par intégrale de Choquet 2-additive affecte un coefficient d'interaction aux minimum et maximum de chaque paire d'alternatives. Dans le cas d'informations floues, la simple détermination du minimum de deux nombres flous, selon le principe d'extension de Zadeh, conduit à un résultat parfois contraire à l'intuition. En effet, le minimum de deux nombres flous est un nombre flou "mélange" des deux arguments, non nécessairement égal à l'un d'entre eux. Une méthode efficace d'évaluation exacte du minimum (ou maximum) de deux nombres flous a ainsi été recherchée. Deux stratégies distinctes ont été proposées reposant, soit sur une approche calculatoire basée sur les profils, soit sur une approche analytique exploitant les relations d'ordre partiel sur les intervalles [P-20].

Apprentissage de poids flous : régression possibiliste floue

L'objectif général de ces travaux est d'apprendre des modèles numériques imprécis capables de refléter le phénomène de propagation des incertitudes dans un système mal connu et sur lequel les seules données disponibles sont imprécises. Dans ce contexte, un modèle linéaire à para-

mètres flous (poids flous) a été choisi pour représenter le système mal connu. Ce choix de représentation est similaire à celui adopté dans les paragraphes précédents. Par contre, les paramètres flous, supposés jusqu'à présent connus, sont maintenant inconnus et devront donc être appris à partir des données disponibles (exemples entrées/sortie imprécis). Dans un premier temps, seule l'imprécision de la sortie est prise en compte, les entrées étant supposées précises. Cette restriction conduit à simplifier le problème dans la mesure où le calcul flou est restreint à l'utilisation d'un opérateur d'addition floue. Les premiers travaux développés dans le cadre de la thèse d'Amory Bissierier exploitent une approche de régression floue possibiliste. Le problème d'optimisation sous-jacent traduit alors la volonté d'identifier le modèle le moins imprécis possible qui englobe toutes les données disponibles. Pour ce faire, 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 [CN-14].

Agrégation par règles

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 prémisses des règles, le résultat de l'agrégation constituant la conclusion des règles. Dans l'absolu, ce type d'agrégation permet la manipulation d'informations imprécises, numériques ou symboliques. 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. Les travaux développés s'inscrivent dans ce contexte général mais sont plus particulièrement focalisés sur les points suivants :

Analyse conceptuelle des systèmes flous usuels

Les systèmes à base de règles floues classiquement utilisés dans les applications 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 pour l'approche Sugeno, nombres flous ou symboles pour l'approche Mamdani. 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 [P-21]. 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 représentations de conclusions de règles possibles [CI-18]. 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.

Calcul avec les mots

Dans un contexte linguistique, les approches évoquées ci-dessus ont été explorées pour implanter du "calcul avec les mots" et illustrées sur un cas simple de calcul de moyenne à partir de notes symboliques spécifiées sur l'univers de discours $\{A, B, \dots, F\}$ [CI-18]. L'exploitation d'un mécanisme d'interpolation à la Sugeno nécessite que soient définies l'addition de mots et la multiplication d'un mot par un scalaire. Pour conserver une gradualité du résultat, sans pour autant augmenter le nombre de mots utilisés, l'addition est vue comme une opération interne sur l'ensemble des parties floues de mots. L'implémentation de l'addition est alors décomposée en trois tâches successives chargées respecti-

vement de convertir les mots en nombres, d'effectuer numériquement l'addition et enfin de reconverter le résultat obtenu en une partie floue de mots. Une fois la multiplication par un scalaire définie de manière similaire, il devient possible d'implémenter un mécanisme d'interpolation à la manière de Sugeno sur des univers linguistiques. Cette stratégie n'est cependant utilisable que dans le cas où les mots manipulés sont ordonnés et qu'il est possible de définir des interfaces cohérentes entre les mondes numérique et linguistique. Une autre approche plus directe du calcul avec les mots et relevant en fait d'une agrégation par opérateurs est d'exploiter directement l'arithmétique floue après avoir associé un nombre flou à chacun des mots manipulés.

Règles graduelles

Si l'agrégation par règles évoquée ci-dessus illustre les possibilités d'interpoler entre mots ou de raisonner directement sur les mots avec une implémentation à la manière de Mamdani, elle reste basée sur une sémantique conjonctive de l'opérateur « si ... alors ... » des règles. Dans le cadre d'une sémantique implicative des règles, les travaux développés sont ciblés sur le cas particulier des règles floues graduelles qui exploitent une implication résiduelle. Dans un contexte numérique mono/entrée, mono/sortie, il a été montré que l'utilisation de l'implication de Rescher-Gaines conduit à une équivalence stricte entre l'appartenance au graphe de la règle et la satisfaction d'une contrainte d'inégalité linéaire. Il en découle la possibilité de représenter toute forme polygonale dans un espace 2D par une collection de règles graduelles (n règles pour un polygone à n côtés). Cette caractéristique a notamment été exploitée en classification [CN-8].

TRAVAUX METHODOLOGIQUES

Lamia Berrah, Julien Boissière, Philippe Bolon, Reda Boukezzoula, Vincent Clivillé, Didier Coquin, Sylvie Galichet, Patrick Lambert, Gilles Mauris, Nicolas Méger, Emmanuel Trouvé, Lionel Valet

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. La présentation de ces travaux est faite en fonction des différentes étapes mises en évidence dans l'architecture générale d'un système de fusion donnée en figure 1.

Extraction et mise en forme de l'information

L'arrivée de Nicolas Méger a été l'occasion de compléter les compétences de l'équipe en matière d'extraction d'information en introduisant les techniques issues de la fouille de données (data mining). Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de la thèse d'Andreea Julea et leur spécificité tient à leur utilisation dans le domaine de l'image. Des études portant sur l'analyse de séries temporelles d'images satellites ont permis de démontrer que les techniques de data mining peuvent être appliquées au niveau du pixel, qu'ils s'agissent d'images optiques (METEOSAT) ou radar (ERS), de faible ou haute résolution ([CI-4], [CI-13]). Les résultats obtenus montrent qu'il est possible d'extraire toutes les évolutions suffisamment fréquentes. La visualisation de ces résultats permet alors d'identifier clairement des zones/objets qui présentent une signification par rapport au domaine concerné (par exemple, détection de ligne de perte de cohérence sur le glacier d'Argentière). Ce travail a été poursuivi de façon à produire une caractérisation complète des pixels d'une série d'images temporelles en fonction de leurs évolutions. Une première série de résultats basés sur l'utilisation de structures compactes et efficaces, les arbres de préfixes (tries), permet de valider l'approche et met en évidence le besoin d'une classification non-exacte basée sur des mesures de distance symboliques et/ou numériques. D'autres travaux, concernant également l'extraction de motifs de dimension 2 dans des images satellites, ont également été engagés. Cette extraction doit permettre d'éviter une démarche de test d'hypothèse afin de pouvoir proposer à l'utilisateur final une description capable de révéler des zones/objets nouveaux/inédits par rapport à sa connaissance initiale. Pour cela, un travail de définition de motifs génériques de dimension 2 pouvant être extraits en utilisant leurs propriétés (géométriques, fréquence d'apparition) de façon active a été initié en collaboration avec le laboratoire LIRIS (INSA Lyon/Université Claude Bernard). Le but est ici de diminuer au maximum la complexité de tels traitements. Un premier résultat de ce travail conclut sur la nécessité de restreindre ces motifs génériques à des classes géométriques préalablement définies. Un autre résultat fait apparaître la possibilité de rechercher ces motifs si ceux-ci présentent une invariance dans le temps, c'est-à-dire une répétition dans les différentes images d'une séquence temporelle d'images décrivant la même scène. L'image ci-dessous (Fig. 5) donne le résultat d'une classification des pixels d'une série de 20 images satellites SPOT en 250 classes d'évolutions temporelles à l'aide de méthodes de data mining (extraction de motifs séquentiels) combinées à des méthodes de traitement de signal (transformée cosinus discrète).



Fig. 5 : Classification de pixels par data mining

En imagerie satellitaire, le rehaussement de l'information est une étape indispensable dans la mise en œuvre du système de fusion (fig. 1), le but étant de transformer les données initiales en un ensemble de paramètres/attributs fiables et discriminants. Les méthodologies que nous avons développées l'ont été dans le contexte de l'imagerie radar à synthèse d'ouverture (SAR) et les travaux ont porté sur le traitement de l'information apportée par les images multi-composantes que constituent les données interférométriques (InSAR), polarimétriques (PolSAR) et polarimétriques interférométriques (Pol-InSAR). Plus précisément, nous avons conçu une approche originale du filtrage des données interférométriques et/ou polarimétriques fondée sur la recherche de voisinages adaptatifs par croissance de régions. Cette méthode développée au cours de la thèse de Gabriel Vasile permet d'utiliser des voisinages de taille importante tout en assurant une meilleure stationnarité lors de l'estimation de la phase et de la cohérence InSAR ou des matrices de cohérence PolSAR ou Pol-InSAR. Le bénéfice de cette étape de filtrage se retrouve en aval lors des étapes de développement de phase en interférométrie ou de classification en polarimétrie [P-18]. Ces travaux ont été effectués dans le cadre du projet national MEGATOR.

Par ailleurs, dans le cadre des travaux engagés sur l'analyse des séquences d'images, la thèse de Bogdan Ionescu a été l'occasion de développer de nouveaux détecteurs de transitions (segmentation temporelle). Le découpage en plans constitue bien souvent une étape préalable à l'étude de séquences d'images. La méthodologie mise en œuvre s'appuie sur l'analyse de l'évolution de la dérivée seconde des distances entre histogrammes couleurs d'images successives. L'originalité des travaux tient à la fois au calcul des histogrammes couleurs et à l'utilisation d'un seuillage automatique adaptatif. Cette méthodologie a été appliquée sur une base de films d'animation du festival d'Annecy en partenariat avec CITIA [P-24][CI-28].

Fusion, agrégation d'information

Les méthodologies de fusion constituent le cœur des activités de l'équipe. Ces activités peuvent être regroupées selon trois approches principales : techniques numériques fondées sur l'intégrale de Choquet, systèmes purement symboliques et approches utilisant des règles.

Fusion par Intégrale de Choquet :

Parmi toutes les approches permettant la fusion d'informations, l'équipe TI s'est intéressée plus particulièrement à l'intégrale de Choquet. L'intégrale de Choquet est un opérateur d'agrégation puissant qui permet d'obtenir une modélisation poussée de la relation liant les entrées du système de fusion à la sortie recherchée. En contrepartie, cet opérateur nécessite l'identification de nombreux paramètres représentant les interactions existant entre les informations à fusionner. La contribution de l'équipe s'est essentiellement concentrée sur l'étude des mécanismes d'apprentissage de ces coefficients d'interaction en cohérence avec la connaissance experte. Selon la nature des informations utilisées, numérique ou symbolique, plusieurs pistes ont été explorées. La notion d'agrégation est conditionnée en premier lieu par la nature des informations à agréger, selon que ce soit des mesures physique, des degré de confiance, des mesures de satisfaction, etc.

Dans le cas de mesures 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, 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. 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 lon attache à chaque source, cette importance étant obtenue à partir de l'entropie relative mesurée sur les pointés de référence [CN-16], [CI-36], [CN-9]. La figure 6 illustre une détection de régions d'intérêt.

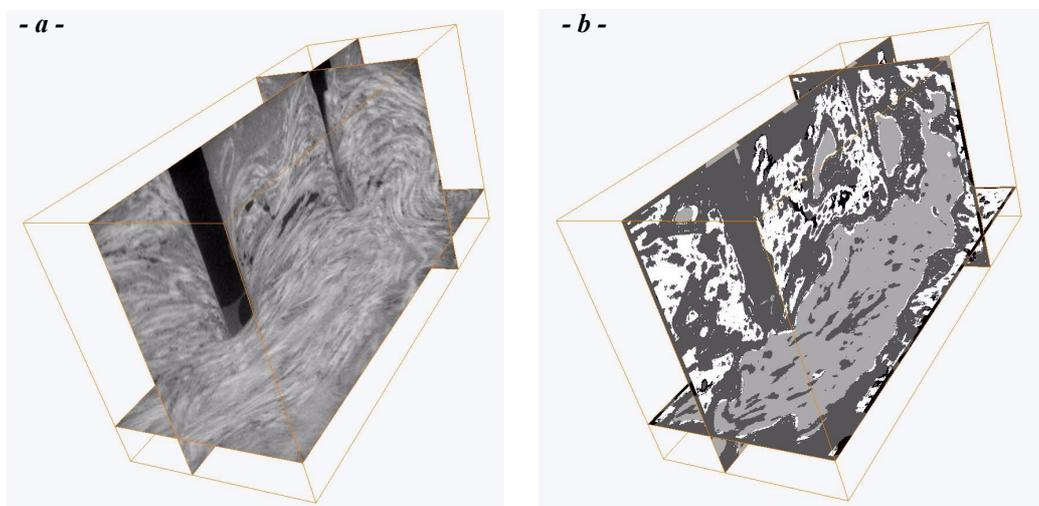


Fig. 6 : Détection de régions d'intérêt : a - Image tomographique initiale, b - régions d'intérêt

Dans le cas de mesures de satisfaction, pour être cohérente, l'étape d'agrégation induit une contrainte supplémentaire qui est le respect de deux propriétés issues de la théorie du mesurage. Il s'agit d'une part de la commensurabilité des informations à agréger/fusionner (deux valeurs identiques de satisfaction doivent être interprétées de manière identique) et d'autre part de la signifiante de l'opérateur d'agrégation au regard de ces informations (le résultat d'agrégation ne doit pas conduire à des interprétations erronées au vu des propriétés des échelles des informations à combiner). En outre, un des problèmes importants liés à la conception et la réalisation de systèmes de fusion de mesures de satisfaction est de construire les informations à agréger en cohérence avec l'opérateur d'agrégation retenu.

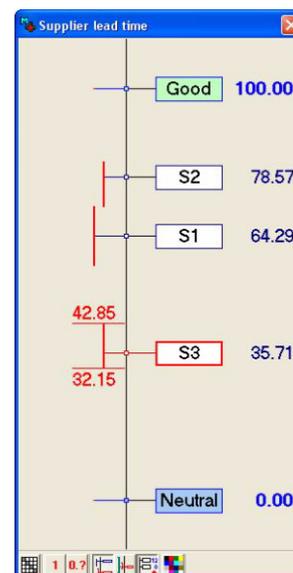
Dans le cas de mesures de satisfaction, les informations initiales sont généralement qualitatives, fournies par des experts. Dans ce sens, nous nous sommes appuyés sur MACBETH – Multi-Attractiveness Categorical Based Evaluation TechNique. MACBETH est en effet une méthodologie multicritère d'aide à la décision, basée sur les préceptes de la théorie du mesurage, et qui respecte de ce fait les exigences de commensurabilité et de signifiante. Cette méthodologie est fondée sur la transformation d'une expertise qualitative en informations - élémentaires et agrégées - quantitatives.

Plus précisément, le principe de MACBETH est de retranscrire la connaissance des experts en préférences, plus ou moins intenses, entre des situations dont ils ont la maîtrise (figure 7). Afin de tenir compte des interactions entre les critères, nous avons réalisé une adaptation de MACBETH à l'intégrale de Choquet. Le principe reste le même que pour la moyenne pondérée, sur la base toutefois de davantage d'expertise, afin de pouvoir identifier non plus seulement les poids des critères mais aussi les interactions entre eux [P-23][P-3][CN-15][CI-16][CI-17].



	Good	S2	S1	S3	Neutral
Good	no	moderate	positive	positive	positive
S2		no	weak	positive	positive
S1			no	strong	positive
S3				no	v. strong
Neutral					no

a - Expertise qualitative



b - Echelle (d'intervalle) quantitative

Fig. 7 : Le traitement de l'expertise dans MACBETH

Notons que ce principe s'applique aussi bien à des informations unipolaires (généralement définies sur $[0,1]$) qu'à des informations bipolaires (généralement définies sur $[-1,1]$). Ce dernier type d'expression signée présente un intérêt particulier pour effectuer des actions de correction par rétroaction [P3].

En utilisant toujours ce principe d'agrégation par l'intégrale de Choquet assurant la commensurabilité, la signifiante et la cohérence de la fonction objectif avec les préférences du décideur, nous avons déve-

loppé une méthode et une interface de démonstration dans un problème de localisation de sites logistiques permettant la prise en compte de nombreux critères [CN-13]. Dans le même cadre et en collaboration avec le laboratoire G-SCOP de Grenoble nous avons également appliqué l'intégrale de Choquet à la conception de réseau de transport urbain. L'objectif était de guider une méta-heuristique de type Recherche Tabou vers une zone du front de Pareto pertinente par rapport aux préférences des décideurs. L'un des apports de l'opérateur dans ce cadre est de pouvoir atteindre des zones non convexes du front de Pareto tout en fournissant une bonne cohérence dans la fonction objectif [CI-46].

Systemes symboliques :

Dans de nombreux problèmes dans lesquels des experts sont amenés à évaluer des situations ou des produits selon différents critères, ceux-ci expriment leur préférence sur une échelle finie ordinale de mots, par exemple bon, moyen, mauvais. Pour obtenir une évaluation globale, l'approche couramment utilisée consiste à convertir ces mots en des valeurs numériques, et ensuite d'utiliser une moyenne pondérée. Cette approche pratique est critiquable dans le sens où, suivant le choix de la conversion symbolique-numérique utilisée, l'ordre des scores globaux peut être inversé, ce qui n'est pas acceptable. C'est pourquoi nous avons mis en oeuvre pour la première fois sur une application réelle (l'évaluation de films d'animation, dans le cadre d'une collaboration avec CITIA) une méthode purement ordinale proposée par M. Grabisch qui évite toute transformation numérique. Dans une première phase la méthode teste s'il est possible de construire une moyenne généralisée représentant les préférences d'un juge, c'est-à-dire une fonction qui associe une classe (oui, non, peut-être) à un profil d'évaluation sur les 4 critères (scénario, bande son, animation et esthétique) évalués sur cinq niveaux. Pour ce faire la méthode détecte les incohérences de jugement et vérifie des conditions de cardinalité sur l'échelle ordinale. La deuxième phase, qui est un apport de nos travaux, propose une détermination des dépendances fonctionnelles entre les différents critères (interaction, importance), de manière uniquement ordinale [CI-20]. Ces dépendances, propres à chaque juge, permettent de caractériser comment chaque juge décide, et donc facilite ensuite les délibérations.

Systemes à base de règles :

L'utilisation de règles floues dans l'élaboration des systèmes de fusion est largement utilisée dans l'équipe. Elle présente l'avantage de permettre une prise en compte aisée de connaissances expertes.

Pour des applications en classification, une technique de représentation à base de règles graduées a été développée (thèse de Lavinia Darlea). Le classifieur proposé repose sur une fusion de classifieurs élémentaires (classifieurs 2D binaires). Pour chaque classe et chaque paire d'attributs, l'apprentissage du classifieur élémentaire correspondant est réalisé à partir d'exemples étiquetés dont on détermine l'enveloppe convexe. Le polygone obtenu est alors traduit en règles graduées selon un mécanisme d'équivalence systématique. Dans ce contexte, de représentation à base de contraintes, il est souhaitable d'épurer au préalable l'ensemble des exemples à utiliser pour l'apprentissage. Ces travaux s'appuient sur les études amont évoqués précédemment [CN-8].

Nous avons également proposé la construction d'une démarche d'utilisation de techniques de traitement de l'information pour exploiter l'historique d'une chaîne logistique. Plus précisément, nous

avons développé un processus permettant d'utiliser une grande quantité d'informations issue de l'historique d'une chaîne logistique. Pour cela nous avons simulé une chaîne logistique. L'historique sert de base d'apprentissage à un processus de fouille de données qui en extrait des règles caractérisant le système. Ces règles sont ensuite utilisées par un système de fusion pour prévoir l'évolution du système. Nous nous sommes également penchés sur les possibilités de passage des règles issues de la fouille à des règles de fusion de type règles graduelles. Ces travaux ont été développés dans le cadre d'un projet BQR en 2007.

En coopération avec l'équipe Logiciel et Systèmes, les travaux sur la commande d'un robot mobile à partir de la fusion de gestes de la main issus d'une caméra et des informations issues d'un gant numérique ont été poursuivis. La caméra permet de prendre en compte le geste global de l'avant bras, tandis que le gant numérique permet d'avoir des informations plus fines sur la position des doigts de la main. Nous avons développé une méthodologie qui permet de lever les ambiguïtés qui peuvent surgir de ces deux sources d'information. Cette méthodologie, basée sur des jeux de règles du type Si ... Alors ..., s'appuie sur le degré de confiance attribué à la source pour prendre en compte les situations de complémentarité ou d'incompatibilité [P-6].

Fonctionnalités explicatives

Si un modèle d'agrégation présente plusieurs intérêts comme nous l'avons indiqué précédemment, il est plus difficile à comprendre pour l'utilisateur, particulièrement pour des opérateurs non linéaires tels que l'intégrale de Choquet. Des fonctionnalités explicatives sont donc utiles, notamment par rapport à l'explicitation des résultats globaux atteints au regard des informations élémentaires qui sont combinées.

Cette notion de système explicatif a été étudiée à l'aide de plusieurs approches notamment dans le cadre des travaux de thèse de Sylvie Jullien.

Tout d'abord, des fonctionnalités explicatives ont été mises en place autour de l'intégrale de Choquet [RD-2]. Exprimée sous sa forme 2-additive, cet opérateur propose alors le poids de chaque attribut ainsi que leur interaction deux à deux. Ces informations sont alors directement utilisables par les utilisateurs pour comprendre le rôle et l'impact de chaque entrée sur le résultat obtenu et permettent aux experts de mieux appréhender le mécanisme de fusion et de pouvoir ainsi rétroagir sur le système pour améliorer, éventuellement de manière itérative, la qualité des résultats obtenus.

Des fonctionnalités explicatives ont également été développées sur un système de fusion dédié à la manipulation de données symboliques. Ces travaux ont été effectués dans le cadre de la mise en place du système d'aide à la délibération pour la pré-sélection des films d'animation, projet déjà évoqué précédemment. L'approche consiste ici à extraire le comportement des experts à partir de la fusion implicite qu'ils ont réalisés au travers de leurs évaluations. Ce comportement est matérialisé par le poids et l'interaction qu'a utilisés chacun des experts sur les critères d'évaluation des films. Ces informations leur sont présentées graphiquement et elles apportent une aide dans la phase de discussion. L'approche a été validée avec succès lors des présélections 2006 et 2007 [CI-20].

Dans le cadre de l'agrégation de degrés de satisfaction, l'importance de chaque satisfaction de critère dans la satisfaction globale obtenue par agrégation peut être définie en tenant compte de l'importance

éventuelle des coalitions entre les critères élémentaires, celles-ci étant modélisées par les paramètres de l'intégrale de Choquet. Les explications fournies lors de cette étape de diagnostic peuvent servir alors à optimiser le résultat global atteint. L'idée sous-jacente s'inspire de réflexions économiques sur le triptyque efficacité – efficacité – effectivité pour identifier la performance d'un système. L'approche retenue, en collaboration avec le LGI2P, repose sur les techniques de recherche opérationnelle et plus particulièrement sur une décomposition de l'espace en zones dans lesquelles l'opérateur d'agrégation est linéaire (figure 8) [CI-50] [CI-59]. Cette décomposition permet d'appliquer la méthode du simplexe. Les problèmes traités sont :

- d'une part la recherche du score agrégé le plus élevé (efficacité), sur la base de ressources fixées, identifiées par les satisfactions élémentaires,
- et, d'autre part, la détermination des ressources minimales (efficacité) pour atteindre un satisfaction globale fixée.

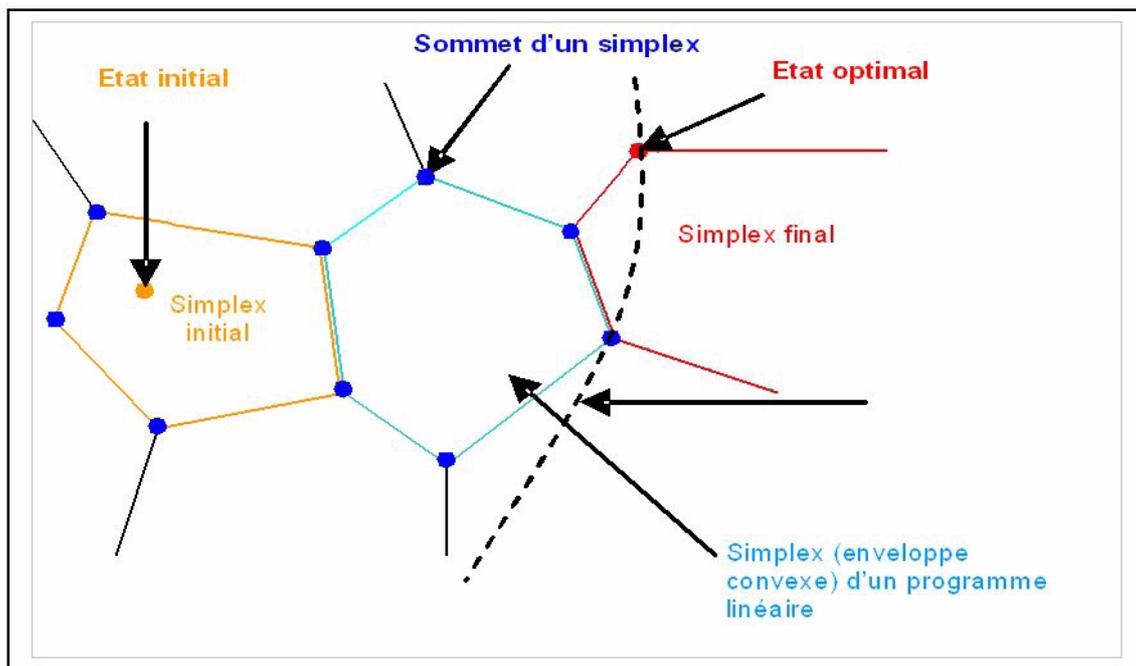


Fig. 8 : décomposition de l'espace en simplexe

Interaction Homme/Système et supervision

Nous nous sommes également intéressés à la modélisation de la coopération Homme/Système de façon à structurer et organiser l'ensemble des actions et interactions qui interviennent dans un système coopératif. Ces travaux ont été développés en lien avec l'équipe Logiciel et Systèmes dans le cadre d'un projet BQR. L'approche envisagée a été testée sur le système coopératif de fusion d'informations mis en place pour l'aide à l'interprétation des images tomographiques 3D (contrat avec la société Schneider Electric). Ce système nécessite en effet l'interaction de nombreux composants aussi bien logiciels que matériels pour arriver à obtenir une classification intéressante des images. La modélisation obtenue a été formalisée par un ensemble d'expressions qui décrivent toutes les interactions du système avec l'utilisateur. Avec cette représentation, il a été possible de trouver les bouclages existants, c'est-à-dire de connaître l'impact de la modification d'un paramètre sur toute la chaîne de traitement. Le problème du réglage d'un système de fusion, problème difficile qui ne peut pas toujours être réalisé automatiquement a ainsi été abordé. Des premiers travaux ont été engagés pour mettre en place une

méthodologie guidant les experts dans l'utilisation du système de fusion. Dans un premier temps, les résultats d'une classification effectuée par le système de fusion sont évalués à la fois quantitativement et qualitativement. Ensuite, en fonction des évaluations et en s'appuyant sur la description traduisant la connaissance sur le système de fusion, des actions sont proposées à l'utilisateur dans le but d'ajuster les paramètres du système [CI-61][RD-8].

Enfin, les méthodologies de fusion ont également été employées dans des travaux portant sur le développement des stratégies de pilotage des flux dans les systèmes de production à haute cadence (industries de papier, l'agro-alimentaire et les semi-conducteurs, ...), la fusion permettant de définir une action de supervision agrégée. Dans ce type de systèmes de production, l'utilisation de modèles dits "fluides" ou "continus" s'avère pertinente pour la représentation de la dynamique du système, ainsi que pour le développement des approches de pilotage. Le pilotage est abordé en vue de proposer des politiques de régulation des flux permettant de diminuer les phénomènes de "congestion", conséquences de la propagation d'aléas de fonctionnement dans le système (pannes, ruptures et blocages,...). Dans ce contexte, une architecture de pilotage intelligente composée de deux niveaux est proposée :

- un niveau "commande locale" pour réguler les flux traversant le système de production, sur la base d'informations locales,
- un niveau "supervision" pour coordonner les interactions entre contrôleurs locaux et optimiser le fonctionnement du système à partir d'informations globales.

Selon la décomposition du système de production en un ensemble d'éléments élémentaires (machine et stocks), le premier niveau de cette hiérarchie est composé d'un ensemble de contrôleurs flous locaux (de Mamdani ou Sugeno) [CI-5][CI-60] directement liés au système physique. Chaque contrôleur local est chargé de piloter un module de production élémentaire constitué de l'unité de production principale (machine) et de ses stocks voisins. A ce niveau, il s'agit de suivre au plus près un plan de production afin de satisfaire la demande au moindre coût. Cela revient à résoudre un problème de suivi de trajectoire bien connu en automatique continue. L'erreur de poursuite dans ce cas est exprimée par la notion du surplus qui traduit la différence entre la production et la demande cumulée [CI-5].

Au second niveau du pilotage (supervision), la problématique est posée sous un angle d'aide à la décision. En effet, la vision locale du pilotage bas niveau ne peut garantir la satisfaction des objectifs globaux. Ces objectifs sont souvent évalués par des d'indicateurs de performance qui peuvent présenter souvent des aspects antagonistes [CI-51]. Deux approches majeures sont développées. La première approche consiste, à décider des actions de supervision relatives à chaque performance globale, ensuite à agréger l'ensemble des actions en fonction du degré d'éloignement de leurs objectifs des performances associées. Ces objectifs sont représentés par des intervalles conventionnels ou des intervalles flous. La seconde démarche, développée durant la thèse de Karim Tamani, consiste à agréger les performances obtenues ainsi que les objectifs associés pour ensuite les comparer afin de décider de l'action de supervision. Dans les deux cas, l'action de supervision agrégée (par règles floues, par somme pondérée, par OWA, par intégrale de Choquet, ...) est appliquée sous forme d'une composante additive à la loi de commande locale.

APPLICATIONS

Lamia Berrah, Reda Boukezzoula, Vincent Clivillé, Didier Coquin, Sylvie Galichet, Patrick Lambert, Gilles Mauris, Emmanuel Trouvé, Lionel Valet

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

- le premier concerne le traitement des images, où nous nous sommes plus particulièrement intéressés à trois domaines. L'imagerie satellitaire, et plus particulièrement l'imagerie radar (projet Megator), l'imagerie tomographique 3D (contrat Schneider) et enfin l'analyse de séquences d'images, et principalement l'analyse des films d'animation (coopération avec CITIA). Ces trois domaines présentent quelques caractéristiques communes :

- la quantité de données est très importante, ce qui suggère l'utilisation de méthodes de fusion,
- les données sont souvent bruitées, nécessitant la prise en compte et la gestion des imprécisions sur les informations utilisées,
- enfin, les objectifs envisagés étant souvent difficiles à atteindre, il est indispensable d'intégrer dans le système la connaissance d'experts.

- le deuxième concerne l'expression et l'analyse de la performance industrielle. Ce type d'application se prête bien également à l'illustration des méthodologies étudiées. Les données, symboliques, sont incertaines, contradictoires, manquantes, etc. et leur agrégation demande également la prise en compte d'une compétence experte.

Imagerie satellitaire

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 des données interférométriques issues des archives des satellites ERS (1995-2000) pour l'observation des glaciers tempérés. Nous avons en particulier étudié le potentiel et les limites des traitements conventionnels et des outils développés pour obtenir des champs de vitesse 3D correspondant au déplacement des glaciers en combinant des données interférométriques ERS, des données topographiques et des mesures in situ [P-28].

A l'issue de la génération d'interférogrammes et du filtrage, les étapes suivantes ont été mises en œuvre:

- le développement de phase réalisé par moindres carrés pondérés en s'appuyant sur la phase et la cohérence issues du filtrage par voisinage adaptatif (cf. section Travaux méthodologiques, page 9) et le masquage des glaciers,
- l'ortho-rectification des mesures InSAR (phase développée, cohérence, amplitude) [CN-18],
- en l'absence de point de raccordement à une zone de vitesse nulle, le calage de l'offset du développement de phase à l'aide d'une valeur issue de mesures in-situ,
- la conversion des vitesses mesurées par l'interférométrie RSO (projection sur la ligne de visée) en champs de vitesse 3D sous l'hypothèse d'un déplacement tangentielle à la surface dans la direction de plus grande pente.

Les mesures finalisées dans le cadre du projet MEGATOR, leur confrontation avec des données de terrain et l'étude de plusieurs couples tandem ERS à différentes périodes de l'année ont abouti aux conclusions suivantes : entre octobre en avril, l'interférométrie RSO différentielle en bande C à 1 jour permet d'obtenir le champ de déplacement à la surface des glaciers Alpains, de façon autonome s'il est

possible de se raccorder à une zone de vitesse nulle ou en spatialisant un point de mesure in situ. Les perturbations atmosphériques à l'échelle d'un glacier en hiver semblent négligeables par rapport aux déplacements mesurés. A notre connaissance, ces résultats n'avaient jamais été obtenus et publiés sur des glaciers des Alpes. Ils constituent une étape importante vers l'utilisation des futures données RSO des satellites lancés en 2006/2007. Dans cette optique, plusieurs propositions ont été soumises à des agences spatiales pour acquérir des données radar "nouvelle génération" (polarimétrique, haute résolution...) sur le site test "Chamonix Mont-Blanc" (cf. section Valorisation, p. 23).

Toujours dans le cadre des travaux appliqués à l'observation des glaciers alpins et avec le souci 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 avons participé à la mise en place en 2007 d'un dispositif expérimental sur le site test "Chamonix Mont-Blanc", en collaboration avec l'agence aérospatiale spatiale allemande (DLR) et deux laboratoires grenoblois (GIPSA-lab et le LGIT). Ce dispositif comprend un coin réflecteur dédié à la calibration des images SAR, ancré sur le glacier d'Argentière (Fig. 9), et trois stations GPS continu, l'une située sur le coin réflecteur en déplacement, les deux autres sur des points fixes : au niveau du refuge d'Argentière qui surplombe la partie haute du glacier et dans la vallée de Chamonix. Ce dispositif fournit des jeux de données uniques à notre connaissance : des séries d'images radar du site dans lesquelles le coin réflecteur est détecté avec une grande précision et des signaux GPS qui mesurent en continu la position du coin réflecteur 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.

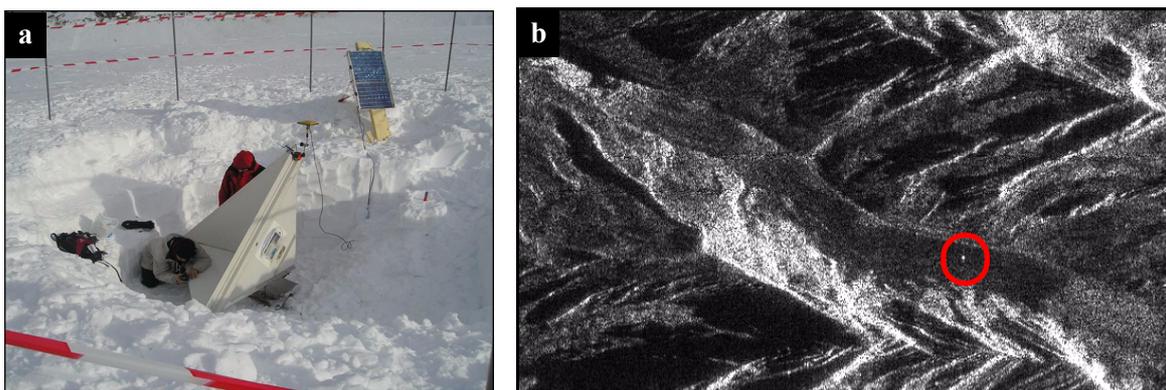


Fig. 9 : a) Coin réflecteur radar et station GPS installés en Février 2007 sur le glacier d'Argentière
 b) visibilité dans l'image du satellite ENVISAT de février 2007

Analyse de séquences d'images

Les séquences d'images exploitées sont les films d'animation du festival international d'Annecy. Ces séquences présentent un certain nombre de spécificités qui les distinguent des séquences classiquement analysées (vidéos sportives ou informatives) : leur durée est généralement faible (quelques minutes), leur contenu présente une grande variabilité et les couleurs utilisées correspondent souvent à une sorte de signature couleur voulue par l'auteur. Les travaux réalisés (thèse de Bogdan Ionescu) ont comme objectif de fournir des outils logiciels qui seront utilisés pour l'exploitation d'une base de films d'animation qui est actuellement en cours de constitution (collaboration avec CITIA). Dans ce contexte, deux applications ont été réalisées.

La première a pour objectif la caractérisation des films à travers l'analyse du contenu des images. Dans un premier temps, des informations élémentaires bas niveau (distribution des couleurs, distribution temporelle des changements de plans, mouvement, etc.) sont extraites. Ces informations sont ensuite agrégées pour atteindre une caractérisation haut-niveau [CI-19][CI-23][CI-64][P-40]. Deux approches d'agrégation ont été envisagées :

- une approche par classification : les descripteurs de couleur et de rythme sont les entrées d'un classifieur non supervisé standard (K-mean). Différentes approches ont été étudiées, selon que le classifieur opère directement sur les caractéristiques bas-niveau ou sur les degrés d'appartenance aux descriptions symboliques construites à partir de ces caractéristiques. Cette dernière approche introduisant indirectement une connaissance experte nécessaire à la construction des sous-ensembles flous aboutit généralement à de meilleurs résultats. On tente ensuite de donner un sens aux classes obtenues. L'exemple de la figure 10 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.



Fig. 10 : Classification de films d'animation

- une approche symbolique : dans un premier temps, les descripteurs bas niveaux sont analysés de manière statistique puis reliés à des descripteurs symboliques en s'appuyant sur une connaissance experte. Dans un deuxième temps, un jeu de règles symboliques est utilisé pour définir des descriptions symboliques de plus haut niveau.

La deuxième application concerne la constitution automatique de résumés. L'objectif est de fournir un moyen de consulter rapidement le contenu d'une séquence. Deux types de résumés ont été construits :

- des résumés statiques constitués d'images clés représentatives de la séquence. Ces images sont sélectionnées par analyse de la distribution des distances entre les histogrammes couleurs des séquences [CI-49].

- des résumés dynamiques (ou trailer) obtenus à partir de l'analyse du rythme des transitions contenues dans la séquence, un rythme élevé correspondant probablement à un passage riche en évènements à conserver dans le résumé [CI-8].

En marge des films d'animation, nous nous sommes intéressés à des problèmes de vidéosurveillance à travers une convention de "transfert de technologie et innovation" (Région Rhône-Alpes) avec la société EBOO [CI-43]. Le projet consistait à développer, produire et commercialiser une solution packagée de surveillance de véhicules. L'application permet de détecter les déplacements de véhicules et de piétons, d'identifier et d'enregistrer les plaques d'immatriculation, de gérer les autorisations d'accès au parking, d'alerter (accès interdit, ...) et d'éditer des statistiques. Une plate-forme a été installée pour gérer l'accès au parking du sous-sol de Polytech'Savoie. L'architecture du système comporte une unité centrale de type PC reliée à différents périphériques. Une caméra de type PTZ filme l'ensemble de la scène. Elle peut être commandée à distance et se branche sur le réseau Ethernet. Un écran de consultation à disposition du personnel est relié à l'unité centrale. Il permet d'afficher en permanence et en temps réel les images fournies par les caméras fixes. Ces images sont analysées pour repérer les plaques d'immatriculation et détecter l'arrivée de nouveaux véhicules, et ainsi commander l'ouverture du parking. Tous les ordres de commande de la caméra sont réalisés grâce à des informations envoyées sur le réseau IP. La figure ci-dessous (Fig. 11) illustre cette application.



Fig. 11 : a) voiture et piéton (en vert) et région d'intérêt (en rouge) b) la voiture est dans la région d'intérêt c) zoom sur la plaque d'immatriculation d) la voiture entre

Performance industrielle

Sur la base de travaux précédents qui ont concerné d'abord 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. Pour sa part, le système d'indicateurs a pour entrée la décomposition d'un objectif global en objectifs élémentaires. Dans notre approche, les expressions de performance retournées par le système s'appuient sur un modèle d'agrégation apte à prendre en compte les interactions entre ces dernières. Les opérateurs retenus sont issus dans ce sens de la famille de l'intégrale de Choquet. En outre, le respect de la théorie du mesurage nous a conduit à retenir la procédure MACBETH. Après en avoir proposé une extension à l'intégrale de Choquet, nous avons utilisé MACBETH pour la définition d'une part des expressions de performance et d'autre part des paramètres de l'opérateur d'agrégation.

Plus précisément, partant du modèle d'agrégation des performances, deux problématiques ont été traitées :

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

La nécessité d'expliquer les performances atteintes et d'exprimer les performances optimales - sous une forme aisément interprétable par le décideur - nous a guidés vers une approche de résolution de type recherche opérationnelle (cf. section méthodologie correspondante). Les sommets des simplexes retenus identifient alors les expressions élémentaires à améliorer.

.Les problématiques soulevées ont fait l'objet de partenariats avec notamment :

- la Société Fournier (Mobalpa) pour l'aide au pilotage de la démarche d'amélioration du « Plan Qualité Environnement » dans le cadre de la mise en place des normes ISO 9000 et 14000 [P-23][CN-10]. Les travaux ont concerné la sélection du plan d'action le plus efficace parmi un ensemble d'alternatives.
- la Société SNR Roulement, concernant l'amélioration de sa performance logistique [P-19][CI-27][CI-50]. Conformément au modèle de référence « SCOR », de la chaîne logistique, l'exploitation du système d'indicateurs a permis d'une part d'expliquer la contribution du processus d'approvisionnement à la performance de l'entreprise et de choisir d'autre part efficacement les fournisseurs.
- la Société ARITEM, sur la problématique de gestion de portefeuilles de projets dans le domaine du lancement de nouveaux produits [P-31][CN-4]. Nos travaux ont permis d'envisager globalement le portefeuille de projets et de quantifier l'impact sur la performance globale de sous-ensembles de projets.
- le Cemagref de Clermont-Ferrand, pour le contrôle du processus d'affinage du fromage. Un degré d'affinage a été défini par fusion par règles floues de plusieurs grandeurs (couleur, humidité, consistance) et la spécification des incertitudes sur celles-ci par rapport à l'incertitude acceptée en sortie a été étudiée [P-16] de manière à aider les prises de décisions de l'affineur.
- l'Ecole des Mines d'Alès, dans le cadre du projet commun MATRICS (Multicriteria Technics for Risk Investigation in Complex Systems), sur la problématique de l'évaluation de sites du e-commerce. [TH-4] [P-7] [CI-2] [CI-17]. Les appréciations portées par les clients de site de vente en ligne sur différents ont été représentées par des distributions de possibilités et fusionnées par une intégrale Choquet pour obtenir une satisfaction globale. L'impact sur cette dernière des évaluations d'entrées a été quantifié de manière à aider les managers dans leur stratégie marketing.
- la Société Schneider Electric pour l'évaluation de la qualité de pièces électrotechniques [CI-36] [CN- 16]. Les travaux ont consisté à exploiter un modèle explicatif de la performance d'images tomographiques pour améliorer l'appropriation de connaissance d'un expert.

Enfin, en application des développements sur le pilotage, nous nous sommes intéressés à une problématique de remplissage automatique de moules en fonderie (contrat avec la société SERT). Les travaux développés dans le cadre de la thèse de Mickael Biarreau (convention CIFRE) ont pour objectif global d'améliorer le pilotage d'un processus de remplissage de moules en fonderie. La synthèse de la loi de commande est abordée selon différentes approches alliant contrôle manuel, exploitation de l'expertise et du savoir-faire des opérateurs humains [CN-7] et apprentissage de la capacité d'absorption d'un moule [CI-42]. Un environnement de simulation et de suivi de performances a été développé de façon à pouvoir tester les différentes stratégies de commande avant leur installation sur site [CI-3]. Ce dernier permet notamment la définition d'une installation particulière, la prise en compte de différents modèles de moules et la génération de scénarios perturbés (bouchage de busette).

Evaluation de films d'animation

Toujours dans le cadre de la collaboration avec CITIA pour l'aide à la sélection de films d'animations [CI-20] nous avons pu mettre en œuvre les travaux méthodologiques visant à améliorer le consensus entre les juges à l'aide d'un système de fusion explicitant pour chacun les préférences entre les différents critères évalués sur une échelle linguistique. Une plate forme matérielle (chaque juge disposait d'un PDA connecté à un serveur) et logicielle permettant une coopération simple entre tous les utilisateurs a été développée et expérimentée pour les festivals 2006 et 2007 (fig. 12).

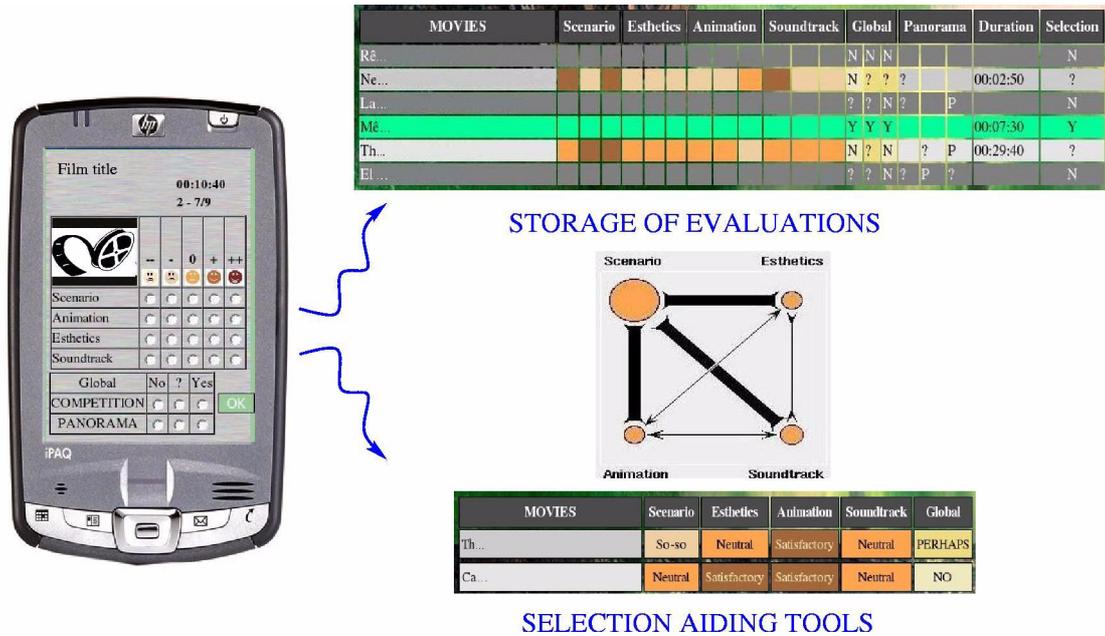


Fig. 12 : Aide à l'évaluation des films d'animation

Valorisation

Lamia Berrah, Reda Boukkezoula, Vincent Clivillé, Sylvie Galichet, Gilles Mauris, Nicolas Méger, Emmanuel Trouvé, Lionel Valet

Diverses actions de valorisation ont été effectuées au cours des années 2006-2007 :

- mise à disposition de "Floulib", bibliothèque de composants fonctionnels (Simulink S-Functions) téléchargeable via le site Web du LISTIC et libre d'usage. Elle permet une implémentation rapide de systèmes flous à base de règles par simple connexion de composants élémentaires. Un usage pédagogique de Floulib est proposé dans [P-11], travaux développés en commun avec l'équipe Logiciels et Systèmes.

- mise sous licence GPL de BATI (Bibliothèque d'Analyse et Traitement de l'Information).

- intégration de la méthode IDAN (Intensity Driven Adaptive Neighborhood) développée dans le cadre de la thèse de Gabriel Vasile dans deux logiciels : PolSARpro diffusé par l'Agence Spatiale Européenne et RAT (Radar Tools) diffusé par l'Université de Berlin.

- Intégration pour la société Schneider Electric d'un nouveau plugin sous le logiciel *Amira* (nommé depuis peu *Avizo*). Il permet de lancer le calcul de la décomposition en ondelette de Haar sur des images tomographiques.

- Distribution, sur demande, aux universitaires, du prototype WinMiner (extraction dans de longues séquences de symboles de règles d'épisodes ayant une fenêtre temporelle optimale).

- Développement d'un prototype logiciel (Fig. 13) destiné à l'évaluation, au diagnostic de la performance et à la définition de l'amélioration optimale de cette performance [JE-3], en collaboration avec le LGI2P de l'Ecole des Mines d'Alès [CI-50][CN-11][CN-12][CN-19]. Cet outil a été testé auprès des entreprises SNR, Bosch Rexroth Fluidtech SAS, Schneider Electric, du pôle de compétitivité Arves Industrie, etc. Il permet de concevoir et d'exploiter un système d'indicateurs de façon interactive, à partir d'une connaissance experte. Avec pour entrée la déclaration des objectifs, les principales sorties de cet outil sont :

- le modèle d'agrégation de la performance de l'entreprise,
- la définition des solutions optimales à budget ou performance globale fixés,
- l'explication en termes d'efficacité et d'efficience de la performance initiale par rapport à la performance attendue,
- la simulation de l'impact d'un plan d'action particulier

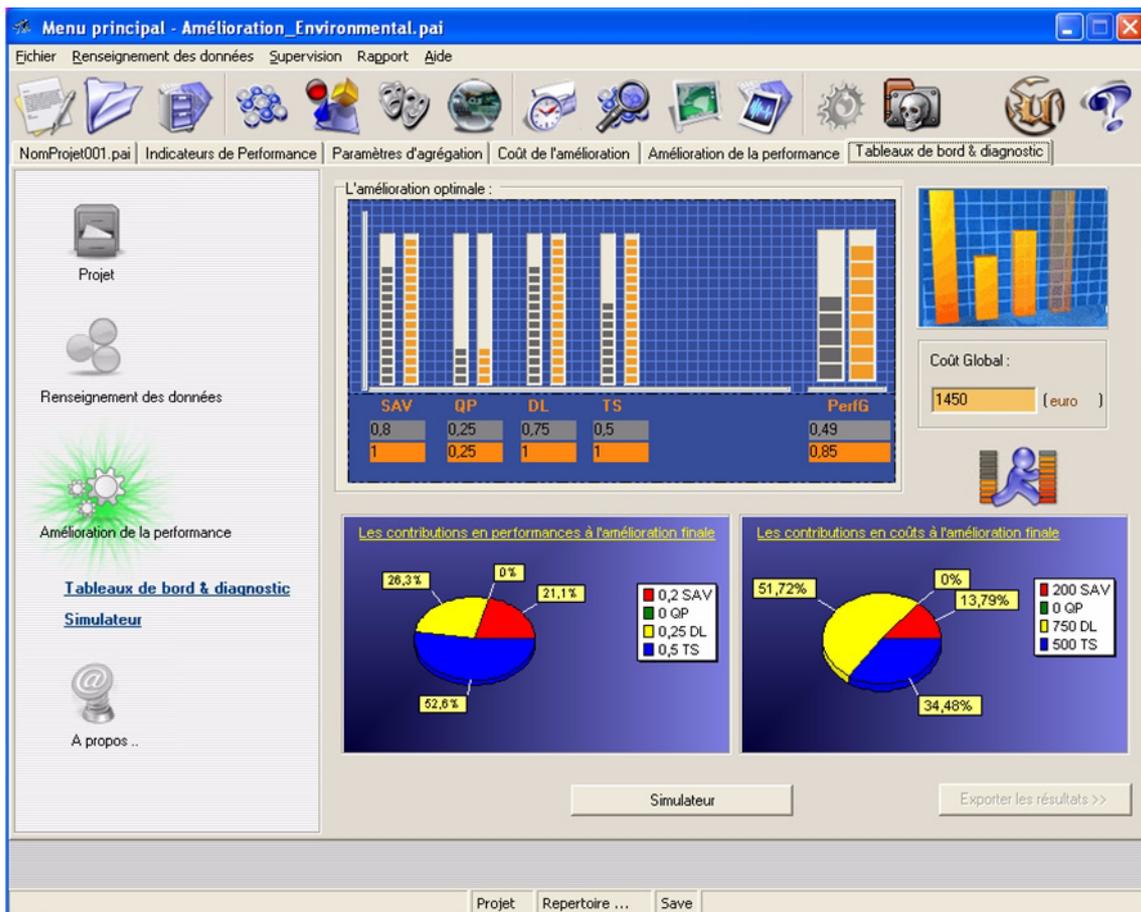


Fig. 13 : Tableau de bord pour le diagnostic de la performance

Sous un autre angle, les travaux en imagerie satellitaire se sont accompagnés d'une forte activité de soumission de projets, la télédétection en général et l'imagerie radar en particulier étant des domaines très demandeur de méthodes de fusion d'informations. En vue de l'arrivée d'une nouvelle génération d'images SAR satellitaires (haute résolution, pleinement polarimétriques...), nous avons cherché à promouvoir la région "Chamonix Mont-Blanc" comme site test pour l'acquisition d'images, le développement de méthodes et leur application au suivi de l'évolution des glaciers tempérés. Nous avons répondu et été retenus sur les appels à projets de 4 agences spatiales (ESA - Europe , JAXA – Japon, DLR – Allemagne et CSA – Canada) afin de bénéficier de nouvelles données, en particulier celles de satellites radar lancées en 2006 et 2007 : ALOS, TerraSAR-X et Radarsat-2.

Le projet MEGATOR a également permis de proposer à l'agence aérospatiale allemande (DLR) une collaboration pour réaliser deux campagnes d'acquisition radar aéroporté E-SAR sur des glaciers de la vallée de Chamonix. Ces campagnes se sont déroulées en Octobre 2006 et Février 2007. Elles ont permis d'acquérir un jeu de données exceptionnel comprenant des images SAR haute résolution, polarimétriques et interférométriques dans différentes bandes de fréquences (X, C, L et P) et des mesures au sol (radar de pénétration, profils de vitesse par GPS différentiels, profils stratigraphiques de la neige).

Afin de rassembler cette masse de données considérable, ce projet a également mis en place une base de données expérimentales enrichie progressivement par les nouvelles acquisitions et les résultats obtenus par les différents partenaires. Une application web a été développée pour stocker les données et les méta-informations associées et en faire connaître l'existence :

<http://www.demorecherche.univ-savoie.fr/megatorrecherche/web/resultat/lecture.php>

Références bibliographiques

articles dans des revues internationales avec comité de lecture

Année 2006

- [P1] Montmain J., **Mauris G.**, Akharraz A., Elucidation and decisional risk in a multicriteria decision based on a Choquet integral aggregation- a cybernetic framework, *International Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, Vol. 13, No. 5-6, 2005, pp. 239-258.
- [P2] **Benoit E.**, Chovin A., **Foulloy L.**, Chatenay A., **Mauris G.**, Towards a Safe Design of CANopen Distributed Instruments, *IEEE Trans. On Instrumentation and Measurement*, Vol. 55, No. 3, 2006, pp. 771-777.
- [P3] **Berrah L.**, **Mauris G.**, Vernadat F., Industrial performance measurement: an approach based on the aggregation of unipolar or bipolar expressions, *International Journal of Production Research*, No. 18-19, 2006, pp. 4145-4158.
- [P4] **Boukezzoula R.**, **Foulloy L.**, **Galichet S.**, Inverse Controller Design for Interval Fuzzy Systems, *IEEE Transactions On Fuzzy Systems*, Vol. 14, No. 1, February, 2006, pp. 111-124.
- [P5] Coltuc Di., **Bolon Ph.**, Chassery J.M., Exact histogram specification, *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 15, No. 5, 2006, pp. 1143-1152.
- [P6] **Coquin D.**, **Benoit E.**, Sawada H., **Ionescu B.**, Gesture Recognition Based on the Fusion of Hand Positioning and Arm Gestures, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol. 18, No. 6, 2006, pp. 751-759.
- [P7] **Denguir-Rekik A.**, **Mauris G.**, Montmain J., Propagation of uncertainty by the possibility theory in Choquet integral based decision making: application to an E-business website choice support, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 55, No. 3, 2006, pp. 721-728.
- [P8] Denker M., **Ducasse S.**, Tanter E., Runtime Bytecode Transformation for Smalltalk, *Journal of Computer Languages, Systems and Structures*, Vol. 32, No. 2-3, 2006, pp. 125-139.
- [P9] **Ducasse S.**, Nierstrasz O., Schärli N., Wuyts R., Black A., Traits: A Mechanism for fine-grained Reuse, *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, Vol. 28, No. 2, 2006, pp. 331-388.
- [P10] **Ducasse S.**, Nierstrasz O., Rieger M., On the Effectiveness of Clone Detection by String Matching, *Int. Journal on Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, Vol. 18, No. 1, 2006, pp. 37-58.
- [P11] **Foulloy L.**, **Boukezzoula R.**, **Galichet S.**, An Educational Tool for Fuzzy Control, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 14, No. 2, 2006, pp. 217-221.
- [P12] **Foulloy L.**, **Benoit E.**, Building a class of fuzzy equivalence relations, *Fuzzy Sets and Systems*, No. 157, 2006, pp. 1417-1437.
- [P13] Gîrba T., **Ducasse S.**, Modeling History to Analyze Software Evolution, *Int. Journal on Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, Vol. 18, No. 1, 2006, pp. 207-236.
- [P14] Greevy O., **Ducasse S.**, Gîrba T., Analyzing Software Evolution through Feature Views, *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice (JSME)*, Vol. 18, No. 6, 2006, pp. 425-456.
- [P15] Gybels K., Wuyts R., **Ducasse S.**, D'Hondt M., Inter-Language Reflection - A Conceptual Model and Its Implementation, *Journal of Computer Languages, Systems and Structures*, Vol. 32, No. 2-3, 2006, pp. 109-124.
- [P16] Ioannou I., **Mauris G.**, Trystram G., Perrot N., Back propagation of imprecision in a cheese ripening fuzzy model based on human sensory evaluations, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 157, No. 9, 2006, pp. 1179-1187.
- [P17] Nierstrasz O., **Ducasse S.**, Schärli N., Flattening Traits, *Journal of Object Technology*, Vol. 5, No. 4, 2006, pp. 129-148.

- [P18] **Vasile G., Trouvé E.,** Lee J., Buzuloiu V., Intensity-Driven-Adaptive-Neighborhood Technique for Polarimetric and Interferometric SAR Parameters Estimation, IEEE - Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 44, No. 6, 2006, pp. 1609-1621.

Année 2007

- [P19] **Berrah I., Clivillé V.,** Towards an aggregation performance measurement system model in a supply chain context, Computers in Industry, Vol. 58, No. 7, 2007, pp. 709-719, DOI.
- [P20] **Boukezzoula R., Galichet S., Foulloy L.,** MIN and MAX Operators for Fuzzy Intervals and their Potential Use in Aggregation Operators, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 15, No. 6, 2007, pp. 1135-1144.
- [P21] **Boukezzoula R., Galichet S., Foulloy L.,** Fuzzy Feedback Linearizing Controller and its Equivalence with the Fuzzy Nonlinear Internal Model Control Structure, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science, Vol. 17, No. 2, 2007, pp. 233-248.
- [P22] Chetouane F., **Denat J.P.,** Collart-Dutilleul S., A flexible control for manufacturing automated electroplating lines, International Journal for Manufacturing Science & Production, Vol. Volume 8, No. No. 1, 2007, pp. 33-48.
- [P23] **Clivillé V., Berrah L., Mauris G.,** Quantitative expression and aggregation of performance measurements based on the Macbeth multi-criteria method, International Journal of Production Economics, Vol. 105, No. 1, 2007, pp. 171-189.
- [P24] **Ionescu B., Lambert P., Coquin D.,** Buzuloiu V., The Cut Detection Issue in the Animation Movie Domain, Journal of Multimedia, Vol. 2, No. 4, 2007, pp. 10-19.
- [P25] Kuhn A., **Ducasse S.,** Gîrba T., Semantic Clustering: Identifying Topics in Source Code, Information and Software Technology Journal, No. 49, 2007, pp. 230-243.
- [P26] **Mauris G.,** Expression of measurement uncertainty in a very limited knowledge context: a possibility theory-based approach, IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, Vol. 56, No. 3, 2007, pp. 731-735.
- [P27] Nicolas J.M., **Vasile G.,** Gay M., Tupin F., **Trouvé E.,** SAR processing in the temporal domain: application to direct interferogram generation and mountain glacier monitoring, Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 33, No. 1, 2007, pp. 52-59.
- [P28] **Trouvé E., Vasile G.,** Gay M., Bombrun L., Grussenmeyer P., Landes T., Nicolas J.M., **Bolon Ph., Petillot I., Julea A., Valet L.,** Chanussot J., Koehl M., Combining airborne photographs and spaceborne SAR data to monitor temperate glaciers. Potentials and limits, IEEE - Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 45, No. 4, 2007, pp. 905-923.

articles dans des revues nationales ou francophones

Année 2006

- [P29] **Tricot C., Roche C., Foveau C.,** Reguigui S., Cartographie sémantique de fonds numériques scientifiques et techniques, Document Numérique « Visualisation pour les bibliothèques numériques », Vol. 9, No. 2/2006, 2006, pp. 13-36.

Année 2007

- [P30] **Allevard T., Benoit E., Foulloy L.,** The transportation distance for fuzzy descriptions of measurement, Metrology and Measurement Systems, Vol. XIV, No. 1/2007, 2007, pp. 25-35.
- [P31] **Clivillé V., Berrah I.,** Approche multi-critères pour l'aide à la sélection de projets, Revue française de gestion industrielle, Vol. 26, No. 1, 2007, pp. 111-127.

communications dans des congrès internationaux avec actes et comité de lecture

Année 2006

- [CI-1] **Dapoigny R., Barlatier P.**, Dependent Record Types for Dynamic Context Representation, Twenty-sixth SGAI Int. Conf. on Innovative Techniques and Applications of Artificial Intelligence, Cambridge, UK, December 2006, pp. 203-216.
- [CI-2] **Denguir-Rekik A., Montmain J., Mauris G.**, Integration of comparison and explanation functionalities in the benchmarking activities of e-commerce organisation through a possibilistic framework, XIII Congress of Int. Association of Fuzzy-Set Management and Economy, CD-ROM , Hammamet, Tunisie, December 2006, 4 pages
- [CI-3] **Biardeau M., Debray C., Dussud M., Boukezzoula R., Galichet S.**, Hybrid dynamic model and simulation of a mould pouring machine, 5 th Int. Conf. on Simulation, Designing and Control of Foundry Processes (FOCOMP'06), Krakow, Pologne, November 2006, pp. 67-80.
- [CI-4] **Julea A., Méger N., Trouvé E.**, On mining METEOSAT and ERS Multitemporal Images, 4th Conf. on Image Information Mining for Security and Intelligence (ESA-EUSC 2006), CD-ROM , Torrejon Air Base - Madrid, Spain, November 2006, 6 pages.
- [CI-5] **Tamani K., Habchi G., Boukezzoula R.**, Fuzzy Supervision of Adaptive Fuzzy Controllers for Manufacturing Systems, IEEE Int. Conf. on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation (CIMCA 2006), CD-ROM , Sydney, Australia, November 2006, 6 pages.
- [CI-6] **Ducasse S., Gîrba T.**, Using Smalltalk as a Reflective Executable Meta-Language, Int. Conf. on Model Driven Engineering Languages and Systems (Models/UML 2006), Genova, Italy, October 2006, pp. 604-618.
- [CI-7] **Dumond Y.**, Modelling the fight against forest fires by means of a numerical battlefield, European Simulation and Modelling Conference, Toulouse, France, October 2006, pp. 251-255.
- [CI-8] **Ionescu B., Lambert P., Coquin D., Ott L., Buzuloiu V.**, Animation Movies Trailer Computation, ACM Multimedia, CD-ROM , Santa Barbara, Californie USA, October 2006, 4 pages.
- [CI-9] **Tamani K., Boukezzoula R., Habchi G.**, Supervised Fuzzy Control in the Simulation of Manufacturing Systems, 20th annual European Simulation and Modelling Conference (ESM 2006), Toulouse, France, October 2006, pp. 200-204.
- [CI-10] **Allevard T., Benoit E., Foulloy L.**, A new distance for fuzzy descriptions of measurements, XVIII IMEKO World Congress, CD-ROM , Rio de Janeiro, Brazil, September 2006, 5 pages.
- [CI-11] **Ducasse S., Gîrba T., Kuhn A.**, Distribution Map, Int. Conf. on Software Maintainance (ICSM 2006), Philadelphia, USA, September 2006, pp. 203-212.
- [CI-12] **Hofer C., Denker M., Ducasse S.**, Design and Implementation of a Backward-In-Time Debugger, Net.ObjectDay 2006 (NODE 2006), Potsdam, Germany, September 2006, pp. 17-32.
- [CI-13] **Julea A., Méger N., Trouvé E.**, Sequential Patterns Extraction in Multitemporal Satellite Images, 10th European Conf. on Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases (PKDD'06), Practical Data Mining Workshop: Applications, Experiences and Challenges, Berlin, Germany, September 2006, pp. 94-97.
- [CI-14] **Mauris G.**, Propagation of measurement uncertainty expressed by a possibility distribution with coverage-interval-based semantics, XVIII IMEKO World Congress, CD-ROM , Rio de Janeiro, Brasil, September 2006, 5 pages.
- [CI-15] **Mellal N., Dapoigny R., Foulloy L.**, The Fusion Process of Goal Ontologies using Intelligent Agents in Distributed Systems, 3rd Int. IEEE Conf. on Intelligent Systems, London, UK, September 2006, pp. 42-47.
- [CI-16] **Clivillé V., Mauris G., Berrah L.**, A Quantified Industrial Performance Measurement System Based on a Choquet Integral, World Congress on computational Intelligence (WCCI 2006 FUZZ IEEE), CD-ROM , Vancouver, Canada, July 2006, 8 pages.
- [CI-17] **Denguir-Rekik A., Montmain J., Mauris G.**, E-commerce site evaluations, comparisons and recommendations within a possibilistic framework, 11th Int. Conf. on Information Processing and Management of Uncertainty in knowledge based systems (IPMU'06), CD-ROM , Paris, France, July 2006, 8 pages.

- [CI-18] **Galichet S., Boukezzoula R., Foulloy L.**, Words or numbers, Mamdani or Sugeno fuzzy systems: a comparative study, 11th Int. Conf. on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge Based Systems (IPMU 2006), Vol. 3, Paris, France, July 2006, pp. 2446-2453.
- [CI-19] **Ionescu B., Coquin D., Lambert P.**, Buzuloiu V., Semantic Characterization of Animation Movies Based on Fuzzy Action and Color Information, 4th Int. Workshop on Adaptive Multimedia Retrieval, CD-ROM , Geneva, Switzerland, July 2006, 15 pages.
- [CI-20] **Jullien S., Mauris G., Valet L., Bolon Ph.**, Decision aiding tools for animated film selection from a mean aggregation of criteria preferences over a finite scale, 11th Int. Conf. on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge Based Systems (IPMU 2006), CD-ROM , Paris, France, July 2006, 8 pages.
- [CI-21] **Mellal N., Dapoigny R.**, A multi-agent specification for the goal-ontology mapping in distributed complex systems, 7th Int. Baltic Conf. on Databases and Information Systems, Vilnius, Lithuanie, July 2006, pp. 235-243.
- [CI-22] **Vasile G., Pétilot I., Trouvé E., Bolon Ph.**, Bombrun L., Gay M., Landes T., Grussenmeyer P., Nicolas J.M., High Resolution SAR Interferometry: influence of local topography in the context of glacier monitoring, IEEE Geoscience And Remote Sensing Symposium (IGARSS'06), CD-ROM , Denver, USA, July 2006, 4 pages.
- [CI-23] **Ionescu B., Lambert P., Coquin D.**, Buzuloiu V., Fuzzy Color-Based Semantic Characterization of Animation Movies, Third European Conference on Color in Graphics Imaging and Vision, CD-ROM , Leeds, United Kingdom, June 2006, 5 pages.
- [CI-24] **Mellal N., Dapoigny R., Barlatier P., Foulloy L.**, Modeling and Multi-Agent Specification of IF-based Distributed Goal Ontologies, 19th Int. Conf. on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems (IEA/AIE 2006), Annecy, France, June 2006, pp. 14-23.
- [CI-25] **Roche C.**, Lexical and Conceptual Structures in Ontology, 19th Int. Conf. on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems (IEA/AIE 2006), Annecy, France, June 2006, pp. 1034-1041.
- [CI-26] Dourgnon-Hanoune A., Salaün P., **Roche C.**, Ontology for long-term knowledge, 19th Int. Conf. on Industrial, Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems (IEA/AIE 2006), Annecy, France, June 2006, pp. 583-589.
- [CI-27] **Clivillé V., Berrah I.**, Overall Performance Measurement in a Supply Chain, 12th IFAC Symp. on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM 2006), CD-ROM , Saint-Etienne, France, May 2006, 6 pages.
- [CI-28] **Ionescu B., Lambert P., Coquin D.**, Buzuloiu V., Improved cut detection for the segmentation of animation movies, IEEE Int. Conf. on Acoustics Speech and Signal Processing, CD-ROM , Toulouse, France, May 2006, 4 pages.
- [CI-29] **Julea A., Vasile G., Pétilot I., Trouvé E.**, Gay M., J-M. N., Bolon Ph., Simulation of SAR Images and Radar Coding of Georeferenced Information for Temperate Glacier Monitoring, Int. Conf. on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, Vol. IV, Brasov, Romania, May 2006, pp. 175-180.
- [CI-30] **Mangeot M.**, Papillon project: Retrospective and Perspectives, Acquiring and Representing Multilingual, Specialized Lexicons: the Case of Biomedicine, Ed. Pierre Zweigenbaum, LREC workshop, Genoa, Italy, May 2006, pp. 15-20.
- [CI-31] **Mangeot M.**, Chalvin A., Dictionary Building with the Jibiki Platform: the GDEF case, LREC 2006, Genoa, Italy, May 2006, pp. 1666-1669.
- [CI-32] **Manset D., Verjus H.**, McClatchey R., Oquendo F., A Formal Architecture-Centric Model-Driven Approach for the Automatic Generation of Grid Applications, Eighth Int. Conf. on Enterprise Information Systems (ICEIS 2006), Paphos, Cyprus, May 2006, pp. 322-330.
- [CI-33] **Pourraz F., Verjus H.**, Oquendo F., An Architecture-Centric Approach for Managing the Evolution of EAI Services-Oriented Architecture, Eighth Int. Conf. on Enterprise Information Systems (ICEIS 2006), Paphos, Cyprus, May 2006, pp. 234-241.
- [CI-34] **Tamani K., Boukezzoula R.**, Habchi G., High Level Petri Nets Based Approach for Analysing Conceptual Objects for Production Systems Simulation, 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM 2006), Vol. 1, Saint-Etienne, France, May 2006, pp. 361-366.

- [CI-35] **Foveau C., Roche C., Tricot C.**, An Ontology Oriented Approach for Knowledge Criticity Analysis, 13th Annual European Concurrent Engineering Conf. (ECEC'2006), Athens, Greece, April 2006, pp. 11-17.
- [CI-36] **Jullien S., Valet L., Mauris G., Bolon Ph.**, Teyssier S., A decision aiding system based on the Choquet integral applied to quality evaluation of composite material parts, IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, CD-ROM , Sorrento, Italie, April 2006, 6 pages.
- [CI-37] **Mauris G.**, Possibility expression of measurement uncertainty in a very limited knowledge context, IEEE Int. Workshop on Advanced Methods for Uncertainty Estimation in Measurement (AMUEM'06), CD-ROM , Trento, Italy, April 2006, 4 pages.
- [CI-38] **Ducasse S.**, Gîrba T., Wuyts R., Object-Oriented Legacy System Trace-based Logic Testing, 10th European Conf. on Software Maintenance and Reengineering (CSMR 2006), Bari, Italy, March 2006, pp. 35-44.
- [CI-39] Seeberger M., Kuhn A., Gîrba T., **Ducasse S.**, Chronia: Visualizing How Developers Change Software Systems, 10th European Conf. on Software Maintenance and Reengineering (CSMR 2006), Bari, Italy, March 2006, pp. 345-346.

Année 2007

- [CI-40] **Bolon Ph., Trouvé E., Petillot I., Vasile G.**, Gay M., Bombrun L., Nicolas J.M., Tupin F., Landes T., Koehl M., Grussenmeyer P., Monitoring Alpine Glaciers with ALOS SAR and Optical data, First Joint PI Symposium of ALOS Data Nodes for ALOS Science Program, CD-ROM , Kyoto, Japan, November 2007, 4 pages.
- [CI-41] **Verjus H., Pourraz F.**, A Formal Framework For Building, Checking And Evolving Service Oriented Architectures, Proceedings of the 5th IEEE European Conference on Web Services (ECOWS'07), Halle, Germany, November 2007, pp. 245-254.
- [CI-42] **Biardeau M., Boukezzoula R., Galichet S.**, Mould Pouring Control based on Absorption Capacity Curve, 16th IEEE Int. Conf. on Control Applications (CCA 07), Singapore, Singapore, October 2007, pp. 988-993.
- [CI-43] **Coquin D.**, Tailland J., Cintract M., Event detection for car park entries by video surveillance, SPIE - Int. Symp. on Optomechatronic Technologies, Computer Vision Systems II, CD-ROM , Lausanne, Suisse, October 2007, 8 pages.
- [CI-44] **Ducasse S., Pollet D., Suen M., Abdeen H., Alloui I.**, Package Surface Blueprints - Visually Supporting the Understanding of Package Relationships, Proceedings of the IEEE International Conference on Software Maintenance, Paris, France, October 2007, pp. 1-12.
- [CI-45] **Dumond Y.**, Forest fire spread modelling: a practical GIS-based approach, European Simulation and Modelling Conference, St Julians, Malte, October 2007, pp. 547-552.
- [CI-46] **Boissiere J., Martin F.**, Teypez N., **Mauris G.**, Cung V., Using Choquet-integral for guiding Tabu search in multi-criteria public transport network design, 4th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics MCPL'07, Sibiu, Romania, September 2007, pp. 617-622.
- [CI-47] **Boukezzoula R., Galichet S., Foulloy L.**, Inverse arithmetic operators for fuzzy intervals, 5th Conf. of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT'07), Vol. 2, Ostrava, République Tchèque, September 2007, pp. 279-286.
- [CI-48] **Manset D., Verjus H.**, McClatchey R., Managing Separation of Concerns in Grid Applications Through Architectural Model Transformations, European Conference on Software Architecture (ECSA 2007), Madrid, Spain, September 2007, pp. 308-312.
- [CI-49] **Ott L., Lambert P., Ionescu B., Coquin D.**, Animation Movie Abstraction: Key Frame Adaptive Selection Based on Color Histogram Filtering, Computational Color Imaging Workshop (CCIW'07), CD-ROM , Modena, Italy, September 2007, 6 pages.
- [CI-50] **Sahraoui S., Montmain J., Berrah L., Mauris G.**, Decision-aiding functionalities for industrial performance improvement, 4th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics MCPL'07, Sibiu, Romania, September 2007, pp. 597-602.
- [CI-51] **Tamani K., Boukezzoula R.**, Habchi G., Hierarchical control for continuous flow simulation of manufacturing systems, 6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, CD-ROM , Ljubljana, Slovenia, September 2007, 13 pages.

- [CI-52] **Dapoigny R., Barlatier P.**, Goal Reasoning with Context Record Types, Sixth Int. and Interdisciplinary Conf. on Modeling and Using Context (CONTEXT'07), Roskilde, Danemark, August 2007, pp. 164-177.
- [CI-53] **Pourraz F., Verjus H.**, Diapason: an Engineering Environment for Designing, Enacting and Evolving Service-Oriented Architectures, International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA 2007), IEEE Computer Society, Cap Esterel, France, August 2007, pp. 23-30.
- [CI-54] Bombrun L., **Vasile G., Trouvé E.**, Gay M., Nicolas J.M., Landes T., Multi-date ERS tandem interferogram analysis: application to alpine glaciers, Fourth Int. Workshop on the Analysis of Multi-temporal Remote Sensing Images (MULTITEMP'2007), CD-ROM , Leuven, Belgium, July 2007, 6 pages.
- [CI-55] **Deloule F., Beauchene D., Lambert P., Ionescu B.**, Data Fusion for the Management of Multimedia Documents, 10th int. conf. on Information fusion (FUSION 2007), CD-ROM , Québec, Canada, July 2007, 7 pages.
- [CI-56] Landes T., Gay M., **Trouvé E.**, Nicolas J.M., Hajnsek I., Bombrun L., **Vasile G.**, Monitoring temperate glaciers by high resolution Pol-InSAR data: first analysis of Argentière E-SAR acquisitions and in-situ measurements, IEEE Int. Geoscience and Remote Sensing Symp. (IGARSS 2007), CD-ROM , Barcelona, Spain, July 2007, 4 pages.
- [CI-57] **Mauris G.**, Fuzzy representation of incomplete knowledge about infinite support probability distributions in a measurement context, IEEE International Conference on Fuzzy Systems FUZZ-IEEE 2007, CD-ROM , London, UK, July 2007, 6 pages.
- [CI-58] **Mauris G.**, Approximating coverage intervals of well-known continuous probability distributions by possibility distributions, IEEE Int. Workshop on Advanced Methods for Uncertainty Estimation in Measurement (AMUEM'07), CD-ROM , Trento, Italy, July 2007, 5 pages.
- [CI-59] **Sahraoui S.**, Montmain J., **Berrah L., Mauris G.**, User-friendly optimal improvement of an overall industrial performance based on a fuzzy Choquet integral aggregation, IEEE International Conference on Fuzzy Systems FUZZ-IEEE 2007, CD-ROM , London, UK, July 2007, 6 pages.
- [CI-60] **Tamani K., Boukezzoula R.**, Habchi G., Fuzzy Supervisory Based Capacity Allocation Control for Manufacturing Systems, Int Conf. on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE 2007), London, UK, July 2007, pp. 1769-1774.
- [CI-61] **Valet L., Coquin D., Jullien S.**, Teyssier S., A 3D image-segmented evaluation procedure in a cooperative fusion system context, 10th int. conf. on Information fusion (FUSION 2007), CD-ROM , Québec, Canada, July 2007, 8 pages.
- [CI-62] **Vasile G., Trouvé E., Valet L.**, Nicolas J.M., Bombrun L., Gay M., **Petillot I., Bolon Ph.**, Buzuloiu V., Coherent-stable scatterers detection in SAR multi-interferograms: feature fuzzy fusion in Alpine glacier geophysical context, IEEE Int. Geoscience and Remote Sensing Symp. (IGARSS 2007), CD-ROM , Barcelona, Spain, July 2007, 4 pages.
- [CI-63] **Cimpan S., Verjus H., Alloui I.**, Dynamic Architecture based Evolution of Enterprise Information Systems, 9th Int. Conf. on Enterprise Information Systems, Madeira, Portugal, June 2007, pp. 221-229.
- [CI-64] **Ionescu B., Lambert P., Coquin D.**, Buzuloiu V., Color-Based Content Retrieval of Animation Movies: A Study, IEEE Int. Workshop on Content-Based Multimedia Indexing, Bordeaux, France, June 2007, pp. 295-302.
- [CI-65] **Barlatier P., Dapoigny R.**, Using Contexts to Prove and Share Situations, 20th Int. FLAIRS Conf. (FLAIRS-20), Keywest, US, May 2007, pp. 448-453.
- [CI-66] **Mauris G.**, A comparison of possibility and probability approaches for modelling poor knowledge on measurement distribution, IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference IMTC'07, CD-ROM , Varsaw, Poland, May 2007, 5 pages.
- [CI-67] **Pollet D., Ducasse S.**, Poyet L., **Alloui I., Cimpan S., Verjus H.**, Towards A Process-Oriented Software Architecture Reconstruction Taxonomy, 11th European Conf. on Software Maintenance and Reengineering (CSMR 2007), Amsterdam, Netherlands, March 2007, pp. 1-12.
- [CI-68] **Dapoigny R., Barlatier P.**, Towards a Context Theory for Context-aware systems, Workshop on Artificial Intelligence Techniques for Ambient Intelligence (IJCAI'07), Hyderabad, Inde, January 2007, pp. 15-20.
- [CI-69] **Vasile G., Trouvé E., Valet L.**, Nicolas J.M., Gay M., Bombrun L., **Bolon Ph.**, Feature detection in

PolInSAR images by an interactive fuzzy fusion approach. Application to glacier monitoring, 3rd Int. Workshop on Science and Applications of SAR Polarimetry and Polarimetric Interferometry (POLinSAR 2007), CD-ROM , Frascati, Italie, January 2007, 8 pages.

communications dans des congrès nationaux ou francophones avec actes et comité de lecture

Année 2006

- [CN-1] **Roche C.**, Terminologie et ontologie dans les sciences de l'information, Le savoir des mots, « Terminologie et sciences de l'information, No. 2-9521893-3-1, Paris, France, décembre 2006, pp. 79-92.
- [CN-2] **Pourraz F., Verjus H.**, Oquendo F., pi-Diapason: un langage pour la formalisation des architectures orientées services web, 1ère Conférence francophone sur les Architectures Logicielles (CAL 2006), Nantes, France, septembre 2006, pp. 119-127.
- [CN-3] **Verjus H., Cimpan S., Alloui L.**, Oquendo F., Gestion des architectures évolutives dans ArchWare, 1ère Conférence francophone sur les Architectures Logicielles (CAL 2006), Nantes, France, septembre 2006, pp. 41-57.
- [CN-4] **Clivillé V., Berrah L.**, Une approche multicritère pour l'aide à la sélection de portefeuilles de projets, 6ème Conf. Francophone de MOdélisation et SIMulation (MOSIM'06), CD-ROM , Rabat, Maroc, avril 2006, 10 pages.
- [CN-5] **Denguir-Rekik A.**, Montmain J., **Mauris G.**, Analyse multicritère et intégration de fonctionnalités explicatives dans un système de e-recommandation, 6ème Conf. Francophone de MOdélisation et SIMulation (MOSIM'06), CD-ROM , Rabat, Maroc, avril 2006, 10 pages.
- [CN-6] Habchi G., **Huget M.**, Pralus M., D'une Approche Composant vers une Approche Agent pour un Pilotage Optimisé des Systèmes de Production, 6ème Conf. Francophone de MOdélisation et SIMulation (MOSIM'06), Vol. 1, Rabat, Maroc, avril 2006, pp. 898-907.
- [CN-7] **Biardeau M., Boukezzoula R., Galichet S.**, Dussud M., Debray C., Régulation de niveau pour le remplissage automatique de moules en fonderie, Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2006), Toulouse, France, 2006, pp. 263-270.
- [CN-8] **Darlea L., Galichet S., Valet L.**, Analyse et prétraitement d'un ensemble d'apprentissage dans le cadre d'un système coopératif de classification floue, Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2006), Toulouse, France, 2006, pp. 53-60.
- [CN-9] **Jullien S., Valet L., Mauris G., Bolon Ph.**, Teyssier S., Système d'aide à l'évaluation de la qualité de pièces en matériau composite basé sur l'intégrale de Choquet, Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2006), Toulouse, France, 2006, pp. 205-212.

Année 2007

- [CN-10] **Sahraoui S., Montmain J., Berrah L.**, Performance industrielle agrégée et amélioration optimale - Une approche d'agrégation par l'intégrale de Choquet, Conférence scientifique conjointe en Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision FRANCORO/ROADEF 07, Grenoble, septembre 2007, pp. 389-390.
- [CN-11] **Sahraoui S., Berrah L., Montmain J.**, Techniques d'optimisation pour la définition d'une démarche d'amélioration industrielle : une approche par analyse et agrégation des performances, 2ème Journées Doctorales MACS, CD-ROM , Reims, France, juillet 2007, 6 pages.
- [CN-12] **Sahraoui S., Berrah L., Montmain J.**, Techniques d'optimisation et modèle d'agrégation pour l'outillage d'une démarche d'amélioration industrielle, 7ème Congrès International de Génie Industriel CIGI'07, CD-ROM , Trois Rivières, Canada, juin 2007, 10 pages.
- [CN-13] **Martin F., Boissiere J., Mauris G.**, Choix de localisation basé sur l'agrégation des satisfactions des critères par l'intégrale de Choquet, FRANCORO V / ROADEF 2007, Grenoble, France, février 2007, pp. 305-306.
- [CN-14] **Bisserier A., Galichet S., Boukezzoula R.**, Une vision de la régression linéaire floue au travers de

l'arithmétique des intervalles, Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA'2007), Nîmes, France, 2007, pp. 57-64.

- [CN-15] **Clivillé V., Berrah I.**, Un modèle de système d'indicateurs basé sur la décomposition des objectifs et l'agrégation des performances, 7e Congrès Int. de Génie Industriel (GI 2007), CD-ROM , Trois Rivières Québec, CANADA,2007, 8 pages.
- [CN-16] **Jullien S., Mauris G., Valet L., Bolon Ph.**, Teyssier S., Une méthode d'identification des paramètres de l'intégrale de Choquet basée sur l'entropie relative appliquée à la classification en régions d'images tomographiques, Rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications LFA'07, Nîmes, France, 2007, pp. 233-240.
- [CN-17] **Mauris G.**, Construction d'une distribution de possibilités à partir d'une seule ou deux mesures expérimentales, Rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications LFA'07, Nîmes, France, 2007, pp. 275-282.
- [CN-18] **Petillot I., Vasile G., Trouvé E., Bolon Ph.**, Gay M., Koehl M., **Julea A.**, Rectification radar de données géoréférencées : application à l'analyse de données dans les régions de haute montagne, ORASIS, CD-ROM , Obernai, 2007, 8 pages.
- [CN-19] **Sahraoui S., Berrah L.**, Montmain J., Amélioration optimale d'une performance industrielle basée sur un modèle d'agrégation par l'intégrale de Choquet 2-additive, Rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications, Nîmes, France, 2007, pp. 241-248.

jours d'études, conférences invitées

- [JE-1] **Dumond Y.**, Elena E., Gosse F., L'outil de SITAC Asphodèle en Zone Sud, Rencontres Euroméditerranéennes feux de forêt : l'apport des outils innovants, Valabre, France, décembre 2006.
- [JE-2] **Denguir-Rekik A.**, Montmain J., **Mauris G.**, A fuzzy-valued Choquet integral based multi-criteria decision making support for marketing and benchmarking activities in e-commerce organizations, Int. Conf. on Multi-Criteria Decision Making (MCDM'06), Chania, Grèce, 2006.
- [JE-3] **Denguir-Rekik A., Sahraoui S.**, Montmain J., **Mauris G.**, A diagnosis and monitoring support systems for marketing activities, Int. Conf. on Multi-Criteria Decision Making (MCDM'06), Chania, Grèce, 2006.

autres conférences

Année 2007

- [P32] **Abdeen H., Alloui I., Ducasse S., Pollet D., Suen M.**, Package References Distribution Fingerprint, FAMOOSr, 1st Workshop on FAMIX and Moose in Reengineering, 2007, Zurich, Suisse, juillet 2007.
- [P33] **Alloui I., Ducasse S.**, Graph Theory for Software Remodularisation, FAMOOSr, 1st Workshop on FAMIX and Moose in Reengineering, 2007, Zurich, Suisse, juillet 2007.
- [P34] **Suen M., Ducasse S., Pollet D., Abdeen H., Alloui I.**, Package Surface Blueprint: A Software Map, FAMOOSr, 1st Workshop on FAMIX and Moose in Reengineering, 2007, Zurich, Suisse, juillet 2007.
- [P35] **Lambert P., Ionescu B., Coquin D.**, La couleur dans les séquences d'images, Ecole d'Hiver sur l'Imagerie Numérique Couleur (EHINC 2007), Poitiers, France, janvier 2007, pp. 125-132, Abstract.

ouvrages scientifiques (ou chapitres)

- [O-1] **Benoit E., Dapoigny R.**, Mereotopological approach for measurement software, Advanced Mathematical and Computational Tools in Metrology, Vol. VII, World Scientific Publishing Co., 2006, pp. 13-22
- [O-2] **Bolon Ph.**, Two-dimensional linear filtering, Digital Signal and Image Processing Series, Vol. Digital Filters Design for Sign, Eds. M. Najim, ISTE, 2006, pp. 233-260.

responsabilité d'ouvrages ou de numéros spéciaux

Année 2006

- [RO-1] Advances in Applied Artificial Intelligence, Eds. Moonis A., **Dapoigny R.**, Springer Verlag, ISBN 3-540-35453-0, 2006, 1370 pages,

autres revues

Année 2007

- [P36] **Pourraz F., Verjus H.**, Diapason: An Engineering Environment for Designing, Implementing and Evolving Service Orchestrations, ERCIM News Magazine - Special: Service-Oriented Computing, No. 70, 2007, pp. 41-43.
- [P37] **Foveau C., Roche C., Tricot C.**, An ontology oriented approach for knowledge critically analysis, World Review of Entrepreneurship, Management and Sust. Development, Vol. 3, No. 3/4, 2007, pp. 343-357. (mettre dans autres revues, car c'est un peu bizarre comme revue)

Contributions à ouvrage

Année 2007

- [P38] **Dapoigny R., Barlatier P.**, Deriving behavior from goal structure for the intelligent control of physical systems, Informatics in Control, Automation and Robotics II, Vol. 15, Eds. J.Filipe, J.L. Ferrier, J.A. Cetto and M. Carvalho, Springer, 2007, pp. 51-58.
- [P39] **Dapoigny R., Barlatier P.**, Towards a Context Theory for Context-aware systems, Advances in Ambient Intelligence, Vol. 164, Eds. J.C. Augusto and D. Shapiro, IOS Press, 2007, pp. 36-55.
- [P40] **Ionescu B., Coquin D., Lambert P., Buzuloiu V.**, Fuzzy Semantic Action and Color Characterization of Animation Movies in the Video Indexing Task Context, Adaptive Multimedia Retrieval: User, Context and Feedback. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4398, Eds. S. Marchand-Maillet et al, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007, pp. 119-135.
- [P41] **Mellal NM., Dapoigny R., Foulloy L.**, Semantic Interoperability between Functional Ontologies, DataBases and Information Systems IV, Vol. 155, Eds. O. Vasilecas, J. Eder and A. Caplinskas, IOS Press, 2007, pp. 277-290.
- [P42] Spies M., **Roche C.**, Aristotelian ontologies and OWL modelling, Handbook of Ontologies for Business Interaction, Dr. Peter Rittgen, Chapitre II, 2007, pp. 21-34.

Rapports divers

Année 2006

- [RD-LAM-1] **Bisserier A.**, Etude d'un correcteur automatique d'angle de porte outil, Master Sciences et Technologies Mention Systèmes Intelligents Spécialité Mécatronique, Université de Savoie, 2006, 41 pages.
- [RD-LAM-2] **Bolon Ph., Jullien S., Mauris G., Valet L.**, Equivalence des conditions de monotonie et de compromis d'intégrales de Choquet 2-additives, note interne 06/01, LISTIC, 2006, 7 pages.
- [RD-LAM-3] **Païs G.**, Classification de défauts par analyse d'image, Master Sciences et Technologies Mention Systèmes Intelligents Spécialité ITI, Université de Savoie, 2006, 37 pages.
- [RD-LAM-4] **Tounsi J.**, Modélisation et simulation SMA du système de pilotage appliqué aux systèmes de production, Master Sciences et Technologies Mention Systèmes Intelligents Spécialité ITI, Université de Savoie, 2006, 63 pages.

- [RD-LAM-5] **Trouvé E., Vasile G.,** Gay M., Bombrun L., Grussenmeyer P., Landes T., Nicolas J.M., Bolon Ph., Pétilot I., Julea A., Valet L., Koehl M., Chanussot J., Combining airborne photographs and spaceborne SAR data to monitor temperate glaciers. Potentials and limits, Rapport Interne RI-2006-02 - Manuscript IEEE-TGRS-2006-00365-R1 (to appear), LISTIC / Université de Savoie, 2006, 27 pages.
- [RD-LAM-6] **Verjus H.,** Nimrod: A Software Architecture Engineering Environment, LISTIC Technical report No 06/03, University of Savoie, 2006.

Année 2007

- [RD-LAM-7] **Alloui I., Verjus H., Cimpan S., Ducasse S., Pollet D.,** When and how architectural property analysis enhances software evolution support, LISTIC, Rapport Technique No 07/07, Université de Savoie, 2007.
- [RD-LAM-8] **Benoit E., Berrah L., Clivillé V., Coquin D., Dapoigny R., Lambert P., Mauris G., Valet L., Jullien S., Mellal NM.,** Système coopératif de fusion d'information pour l'interprétation d'images 3D, note interne 07/08, LISTIC, 2007, 7 pages.
- [RD-LAM-9] **Benoit E., Huget M., Moreaux P., Passalacqua O.,** Integrating OPC data into GSN infrastructures, LISTIC report, Université de Savoie, 2007.
- [RD-LAM-10] **Cassou D.,** Remodularisation à base de traits, Master Recherche ESIRB, Université de Savoie, 2007, 46 pages.
- [RD-LAM-11] **Cimpan S., Verjus H., Alloui I.,** Gestion de l'évolution dans une approche d'ingénierie logicielle centrée, LISTIC, Rapport Technique No 07/01, University of Savoie, 2007.
- [RD-LAM-12] **Manset D., Verjus H.,** A Formal Model-Driven Approach for Grid Application Architectures, Technical Report LISTIC No 07/02, University of Savoie - LISTIC, 2007.
- [RD-LAM-13] **Pourraz F., Verjus H.,** pi-Diapason: A pi-calculus Based Formal Language For Expressing Evolvable Web Services Orchestrations, LISTIC Research Report 07/06, University of Savoie - LISTIC, 2007.
- [RD-LAM-14] **Suen M.,** Package Blueprints - Visualisation de packages, Master Sciences et Technologies Mention Systèmes Intelligents Spécialité ITI, Université de Savoie, 2007, 39 pages,
- [RD-LAM-15] **Valet L., Lambert P.,** Conception d'un système de fusion d'informations pour des applications électrotechniques, Rapport d'avancement confidentiel n°07/05, Université de Savoie, 2007.
- [RD-LAM-16] **Verjus H.,** Nimrod: A Software Architecture-Centric Engineering Environment - Revision 2 - Nimrod Release 1.4.3, Technical Report LISTIC No 07/03, University of Savoie - LISTIC, 2007.
- [RD-LAM-17] **Verjus H., Pourraz F.,** Maintaining and Evolving Service Oriented Architectures Using a π -calculus Based Approach, Technical Report LISTIC No 07/04, University of Savoie - LISTIC, 2007.
- [RD-LAM-18] **Vernier F.,** Installation of a TCP/IP network over Bluetooth on "Solar System", Rapport Technique, LISTIC, 2007.

Information et culture scientifique et technique

Conférences à destination du grand public

- [GP-1] **Ducasse S.,** La programmation pour tous, Amphis pour Tous, Université de Savoie, Chambéry, Cran-Gevrier, St Jean de Maurienne, mars 2006.
- [GP-2] **Ducasse S.,** Environnement multimédia Squeak, Fête de la Science, Cran-Gevrier, octobre 2006.

HDR et thèses

année 2006

- [TH-1] **Bronet V.**, Amélioration de la performance industrielle à partir d'un processus référent : déploiement inter entreprises de bonnes pratiques, Thèse de Doctorat, Université de Savoie, septembre 2006.
- [TH-2] **Tricot C.**, Cartographie sémantique : des connaissances à la carte, Thèse de Doctorat, Université de Savoie, novembre 2006.
- [TH-3] **Trouvé E.**, Filtrage, extraction et fusion d'informations en imagerie radar multi-composantes, Habilitation à diriger des recherches, Université de Savoie, décembre 2006, 174 pages.

année 2007

- [TH-4] **Denguir-Rekik A.**, Un cadre possibiliste pour l'aide à la décision multicritère et multiacteurs - Application au marketing et au benchmarking de sites e-commerce, Thèse de Doctorat, Université de Savoie, mars 2007
- [TH-5] **Foveau C.**, L'ontologie d'entreprise pour la gestion des connaissances et des compétences, Thèse de doctorat, Cotutelle Université de Savoie / Université de Lausanne, mai 2007.
- [TH-6] **Ionescu B.**, Caractérisation symbolique de séquences d'images : application aux films d'animation, Thèse de doctorat, Cotutelle Université de Savoie/Universitatea, mai 2007.
- [TH-7] **Vasile G.**, Imagerie Radar à Synthèse d'Ouverture interférométrique et polarimétrique. Application au suivi des glaciers alpins, Thèse de doctorat, Université de Savoie, juillet 2007.
- [TH-8] **Coquin D.**, Contribution à la comparaison d'images pour l'évaluation des traitements, la reconnaissance de formes et l'indexation des séquences d'images, Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Savoie, décembre 2007, 157 pages.
- [TH-9] **Pourraz F.**, Diapason : une approche formelle et centrée architecture pour la composition évolutive de services Web, Thèse de Doctorat, Université de Savoie, décembre 2007.
- [TH-10] **Azaiez S.**, Approche dirigée par les modèles pour le développement de systèmes multi-agents, Thèse de Doctorat, Université de Savoie, décembre 2007.
- [TH-11] **Mellal NM.**, Réalisation de l'interopérabilité sémantique des systèmes, basée sur les ontologies et les flux d'information, Thèse de doctorat, Polytech'Savoie - Université de Savoie, décembre 2007, 162 pages.