

Dossier de candidature au poste de maître de conférences
MCF 1273, section 61, Université Paul Sabatier

Jérôme Velut, qualifié 27^{ème} et 61^{ème} sections

30 mars 2008

Résumé

J'ai soutenu une thèse de doctorat le 10 décembre 2007 en tant qu'étudiant à l'INSA Lyon. Ces travaux ont débuté en octobre 2004 au laboratoire CREATIS-LRMN. Ils concernent la segmentation d'images et de volumes par modèles déformables. Motivé par une problématique de robustesse et d'efficacité de traitement, j'ai proposé une méthode de régularisation du modèle déformable par filtrage RII des déformations. Deux communications en conférences internationales (EURASIP EUSIPCO'06 [2], IEEE ICIP'06 [3]) et une publication (EURASIP JASP'07 [1]) décrivent les principales contributions de mes travaux.

J'ai obtenu, grâce à mon statut d'allocataire de recherche, un poste de moniteur à l'INSA Lyon. J'ai enseigné les mathématiques en TD pour des étudiants en deuxième année du premier cycle (100h TD). Puis j'ai pris en charge des groupes de première année pour l'enseignement de l'informatique, algorithmie et base de données (100h TD). J'ai également rédigé plusieurs sujets d'évaluation et adapté le cours de base de données à un contexte particulier.

Le contrat de moniteur se terminant en septembre 2007, j'ai obtenu un poste d'ATER à l'université Claude Bernard (Lyon I), IUT GEII pour l'année 2007-08. J'ai pris place dans l'équipe d'enseignants d'automatismes et informatique industrielle. Plus précisément, le premier semestre concernait l'électronique numérique (fonctions logiques et cablages) et la programmation VHDL de composants PAL/GAL/FPGA en TP (82.3h eq. TD). Actuellement, ma charge d'enseignement est constitué de TD en automatismes (24h) et TP en automatismes et informatique industrielle (85.3h eq. TD).

Parallèlement à ces différentes tâches d'enseignement et de recherche, je me suis investi dans la vie collective et administrative. Quelques vacations pour l'accueil d'étudiants étrangers, une formation technique, une brève description du statut de doctorant pour des étudiants en master ou encore la création de la branche étudiante IEEE Grand Lyon comptent parmi les concrétisations de cet investissement.

Table des matières

1	Curriculum Vitae	4
2	Activités d'enseignements	7
2.1	Vacations	7
2.1.1	Formation industrielle	7
2.1.2	Écoles d'été	7
2.1.3	Bilan	7
2.2	Monitorat	7
2.2.1	Mathématiques	8
2.2.2	Informatique	8
2.2.3	Base de données	8
2.2.4	Bilan	8
2.3	ATER	9
2.3.1	Électronique numérique et synthèse logique	9
2.3.2	Programmation VHDL	9
2.3.3	Automatismes	10
2.3.4	Informatique industrielle	10
2.3.5	Bilan	10
2.4	Expériences diverses	10
2.4.1	Présentation du statut de doctorant	10
2.4.2	Jurys d'admission	10
2.5	Perspectives	11
3	Recherches	12
3.1	Doctorat	12
3.1.1	Mémento	12
3.1.2	Résumé	12
3.1.3	Présentation des membres du jury	12
3.2	Contributions aux contours actifs	13
3.2.1	Filtrage RII variant pour la régularisation	13
3.2.2	Résultats	13
3.3	Contributions au filtrage de maillages	14
3.3.1	Filtrage RII de maillages quadrangulaires	14
3.3.2	Résultats	14
3.4	Les suites de la thèse	14
3.4.1	Perspectives	14
3.4.2	Valorisation	15
3.5	Projets de recherche	15
4	Publications	17
5	Encadrements et activités	18
5.1	Encadrements de Master	18
5.2	Séminaires et présentations	18
5.3	Méthodes de travail	18
5.4	Formations suivies	18

1 Curriculum Vitae

État civil

Prénom	Jérôme
Nom	Velut
Date et lieu de naissance	26 mai 1979 à Besançon (Doubs)
Nationalité	française
	1 enfant

Coordonnées

Adresse personnelle	282 cours Lafayette 69003 LYON
Téléphone personnel	09 50 74 81 78
Téléphone portable	06 23 97 83 34
Téléphone professionnel	04 72 43 64 70
Adresses électroniques	jerome.velut@creatis.insa-lyon.fr jerome.velut@gmail.com
Page personnelle	http://www.creatis.insa-lyon.fr/~velut

Qualifié en sections 27 et 61

Recherches

Doctorat	Segmentation par modèle déformable surfacique localement régularisé par spline lissante
Lieu	INSA-Lyon, laboratoire CREATIS-LRMN
Directeurs de thèse	Hugues Benoit-Cattin et Christophe Odet

<i>Thèmes</i>	<i>Publications</i>
Segmentation par contours actifs	conf. EUSIPCO'06 [2], journal JASP [1]
Filtrage variant de courbes paramétriques	journal JASP [1]
Traitement de maillages	conf. IEEE ICIP'06 [3]
Segmentation de volumes par modèle déformable	conf. IEEE ICIP'06 [3]

Journaux internationaux

- [1] J. Velut, H. Benoit-Cattin, and C. Odet. Locally regularized smoothing b-snake. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2007 :Article ID 76241, 12 pages, 2007.

Conférences internationales avec comité de lecture

- [2] J. Velut, H. Benoit-Cattin, and C. Odet. Locally regularized snakes through smoothing b-spline filtering. In *EUSIPCO*, Sept. 2006.
- [3] J. Velut, H. Benoit-Cattin, and C. Odet. Segmentation by smoothing b-spline active surface. In *ICIP*, pages 209–212, Oct. 2006.

Enseignements

2007-2008	ATER	Électronique numérique, automatismes et informatique industrielle, Université Claude Bernard Lyon1, IUT GEII.	252h TP
2007-2008	ATER	automatismes, Université Claude Bernard Lyon1, IUT GEII.	24h TD
2005-2006	Monitorat	Informatique, INSA Lyon premier cycle, section internationale.	100h TD
2004-2005	Monitorat	Mathématiques, INSA Lyon premier cycle, section internationale.	100h TD
étés 2004 et 2005	Vacations	Mathématiques, École d'été INSA Lyon, section internationale.	64h TD
juin 2004	Vacations	Formation technique VTK	2h

Cursus universitaire

2004-2007	Doctorat en traitement de l' image et des signaux. École doctorale EEA, formation doctorale SIDS ¹ , INSA Lyon. Validé par une thèse soutenue le 10/12/2007. Directeurs de thèse : Christophe Odet et Hugues Benoit-Cattin. Rapporteurs : Johan Montagnat et Jacques-Olivier Lachaud.
2003-2004	DEA Images & Systèmes, école doctorale EEA, INSA Lyon. Mention bien .
2000-2003	Maitrise Génie Mathématiques et Informatique, IUP GMI d'Avignon. Titre d' ingénieur-maître spécialité Génie Logiciel .
1999-2000	DEUG Mathématiques et Informatique Appliquées aux Sciences, faculté des sciences d'Avignon.
1997-1999	DUT Génie Électrique et Informatique Industrielle, IUT d'Annecy.
1997	Baccalauréat S option TI, mention assez bien, lycée Victor Bérard, Morez (Jura).

Compétences informatiques

Programmation	C/C++, Java, Python, PHP, SQL, Assembleur, VHDL, Graftet
Développement logiciel	UML, POO, bibliothèques d'interface graphique (WX, MFC), multiplateforme
Logiciels de développement	Visual studio, KDevelop, Automgen, Matlab, Maple
Logiciels d'infographie et traitement d'image	Blender, 3DStudioMax, Photopshop, ImageJ, bibliothèques VTK/ITK
Bureautique	OpenOffice, Latex, MS Office, VIM
Systèmes d'exploitation	Microsoft, Linux
Matériel	Programmation de microcontrôleurs, automates TSX

¹SIDS : Sciences de l'Information, des Dispositifs et des Systèmes

Activités annexes

Centres d'intérêt : Musique, sport, graphismes (BD, modélisation 3D), cuisine. Et plus précisément :

Musique	Guitare, trompette, clavier ; Enregistrement d'un album avec <i>Pirfû Système</i> (Skarock), composition de musiques pour animations ("Edna", Mathieu Rey, Sup'infocom ; "Giopi", publicité).
Sports	Sports de glisse (snowboard, ski, telemark, roller, planche à voile), randonnée (marche, raquettes), escalade.
Vie associative	Trésorier du BDE IUP d'avignon, secrétaire d'Asspiruf (gestion du groupe Pirfû, organisation de l'aspect administratif de l'enregistrement).

2 Activités d'enseignements

Cette partie sera l'occasion de présenter les différentes activités d'enseignements auxquelles j'ai participé. Des vacances, un monitorat (mathématiques et informatique) et un poste d'ATER (automatismes et informatique industrielle) ont construit mon expérience d'enseignant.

2.1 Vacances

J'ai accepté dès mon arrivée au CREATIS-LRMN quelques tâches d'enseignement. Malgré un volume horaire léger, j'ai pu découvrir le domaine de la pédagogie. Ces expériences m'ont d'emblée conforté dans l'idée de poursuivre dans cette voie.

2.1.1 Formation industrielle

Lors de mon travail de DEA, j'ai utilisé la bibliothèque graphique VTK parmi mes outils de développements principaux. Il m'a donc été demandé de participer à une formation portant sur cette bibliothèque. Le public était une personne du milieu industriel (SANOFY à Montpellier) connaissant les compétences du CREATIS-LRMN dans le développement d'applications de traitements d'images.

Mon rôle était de proposer un tour d'horizon des capacités de VTK et de ses concepts dans un cours de 2 heures.

2.1.2 Écoles d'été

L'école d'été telle qu'elle est conçue à l'INSA Lyon est une période d'un mois d'enseignements à compter de mi-août. Les étudiants présents sont destinés à intégrer, après cette courte formation, les rangs des différentes sections internationales. Il s'agit d'étudiants étrangers, profitant de mises à niveaux en français mais aussi dans les matières scientifiques fondamentales. J'ai participé en tant qu'enseignant ASINSA de mathématiques à cette école durant les étés 2004 et 2005. Le volume horaire était de 32 heures à raison de 2 heures par jour pendant 1 mois, 4 jours par semaine. La dizaine d'étudiants présents dans mon cours étaient majoritairement chinois et vietnamiens.

- *Objectifs pédagogiques scientifiques* : la formation scientifique dispensée aux étudiants étrangers nouvellement venus doit les amener au niveau baccalauréat série S.
- *Objectifs humains* : le rôle des enseignants en école d'été est de familiariser graduellement les nouveaux arrivants aux méthodes françaises, ceux-ci subissant une évidente perturbation culturelle et linguistique.

2.1.3 Bilan

Période	Statut	Discipline	Volume horaire
juin 2004	Formateur CREATIS	VTK - informatique graphique	2h
août-septembre 2004	Vacataire ASINSA	Mathématiques	32h
août-septembre 2005	Vacataire ASINSA	Mathématiques	32h

2.2 Monitorat

Les allocataires de recherche peuvent postuler au monitorat. La charge d'enseignement, de 192 heures TD sur trois ans, permet de se concentrer sur la recherche tout en donnant une expérience

significative de l'enseignement. Les moniteurs sont tutorés par un enseignant, et le CIES¹ propose un panel de formations parmi lesquelles j'ai choisi les thématiques en lien avec la pédagogie.

2.2.1 Mathématiques

La mission qui me fut confiée en septembre 2004 était la prise en charge de travaux dirigés de mathématiques pour les étudiants en deuxième année EURINSA. Il s'agissait de groupes de 20 à 25 étudiants originaires de pays européens.

Un ensemble de 80 heures de TD permet aux étudiants d'assimiler le cours magistral grâce à de nombreux exercices et la présence d'un enseignant. Ces 80 heures sont réparties sur toute l'année, avec 3 heures par semaine décomposées en séances de 2 heures et 1 heure.

N'étant pas mathématicien de formation, j'ai investi un temps important dans la préparation de ces TD tout en bénéficiant d'un soutien essentiel de ma tutrice Mme Hélène Fack.

2.2.2 Informatique

Toujours pour EURINSA, j'ai enseigné l'informatique à partir de la rentrée 2005. Des étudiants de première année suivaient 2 heures de cours d'informatique par semaine dans le cadre d'une formation généraliste. Ces 2 heures, considérées comme TD, comprenaient en fait une partie de cours et une partie de pratique. Au premier semestre, j'étais en charge d'un groupe de 25 étudiants. Puis un deuxième groupe m'a été confié au deuxième semestre.

Les thèmes abordés étaient variés. L'année a débuté par la bureautique pour ensuite utiliser le logiciel Maple en accord avec les enseignements de mathématiques. Nous sommes passés alors à l'algorithmie, aux bases de la programmation et aux bases de données. De plus, le logiciel LabView m'a permis de d'aborder le concept d'objet avec ces étudiants qui l'étudieront plus précisément en deuxième année.

J'ai pu proposer 4 sujets d'examens, des sujets de TD/TP et impulsé le passage de Maple à JAVA en tant que langage de programmation pour l'algorithmie. Cette conversion est effective depuis la rentrée 2006.

2.2.3 Base de données

Certains étudiants bénéficient au cours de l'année d'un renforcement de leur volume horaire en mathématiques. Il se trouve que ces heures se font sur celles de TP/TD de base de données.

J'ai pris en charge la dizaine d'étudiants dont l'enseignement de base de données faisait défaut. Fin juin 2006, j'ai repris ce cours pour eux. L'intérêt est que ce cours se fait en 20 heures réparties sur une semaine. Nous sommes donc allés plus loin qu'à l'ordinaire et j'ai pu améliorer et approfondir mes exercices, illustrations et sujets d'évaluation.

2.2.4 Bilan

Période	Statut	Discipline	Volume horaire (eq. TD)
2004-2005	Moniteur EURINSA	TD Mathématiques	100h
2005-2006	Moniteur EURINSA	Cours/TD Algorithmie	80h
juin 2006	Moniteur EURINSA	Cours/TD Base de données	20h

¹ Centre d'Initiation à l'Enseignement Supérieur

2.3 ATER

L'allocation ministérielle s'achevant en septembre 2007, il a été logique de me présenter pour un poste d'ATER. C'est non seulement la continuité normale d'un monitorat, mais c'est aussi une étape supplémentaire dans la connaissance du métier d'enseignant-chercheur puisque la charge horaire est équivalente à celle d'un maître de conférences.

J'ai ainsi été recruté en GEII, à l'IUT B qui est une composante de l'université Claude Bernard Lyon I. J'ai intégré le laboratoire AI (automatismes industriels) pour lequel j'intervenais en TP d'électronique numérique au premier semestre. Actuellement, j'interviens en TP d'automatismes et d'informatique industrielle et en TD d'automatismes.

2.3.1 Électronique numérique et synthèse logique

Les étudiants en première année GEII reçoivent une formation sur l'algèbre booléenne. Les fonctions logiques de base (AND, OR, NOT) sont étudiées en cours. Le rôle des TP dans lesquels j'interviens est de les confronter aux problèmes matériels liés à la construction d'une fonction logique. Le niveau des TP est très progressif, puisque certains étudiants n'ont jamais rencontré de portes logiques, alors que d'autres "parlent" couramment le binaire. En 10 séances, à raison de 2 heures par séances et 2 séances par semaine, ils mettent en place, par câblage, des fonctions complexes en utilisant uniquement certaines fonctions de base (NOR, NAND) en allant jusqu'aux systèmes séquentiels synchrones et asynchrones.

Ces TP sont encadrés par deux enseignants pour une vingtaine d'étudiants. L'accent est mis dès le début de l'année sur l'autonomie, que l'on souhaite de leur part la plus grande possible. Les étudiants doivent tenir à jour un cahier de compte-rendus sur chaque séance. Selon la qualité du cahier, la pertinence des remarques et la complétion des compte-rendus, un bonus/ malus pouvant aller jusqu'à deux points est ajouté à la note de partiel de TP.

J'intervenais au premier semestre dans 3 groupes pour le même TP. J'ai pu ainsi constater les différences de niveaux qui ne sont pas forcément dû au message de l'enseignant, mais aussi au phénomène de groupe pouvant influencer sur l'ambiance, la concentration et l'assiduité des étudiants. Je m'efforce alors de m'adapter à cette dynamique de groupe.

2.3.2 Programmation VHDL

Les TP d'électronique numérique décrits précédemment montrent aux étudiants qu'un simple additionneur peut très vite prendre énormément de place si l'on en reste au câblage classique de circuits intégrés de base. Il s'agit d'une transition naturelle vers la programmation de composants type PAL/GAL/FPGA dans lesquels il est possible d'intégrer des cablages, et donc des fonctions, complexes. Les étudiants expérimentent sur 8 séances de 2 heures la programmation de tels composants en langage VHDL. La suite logiciel utilisée (Max+II, liée au type du composant) intègre un module de simulation que nous utilisons comme étape nécessaire avant une programmation physique sur le composant.

Ces TP sont dans la continuité de l'électronique numérique et synthèse logique, toujours avec deux enseignants pour une vingtaine d'étudiants, et j'interviens auprès de 3 groupes. L'intérêt pédagogique que je dégage ici concerne plus précisément le langage VHDL. En effet, les étudiants en GEII apprennent l'algorithmie via le langage C dès le début de l'année. L'aspect purement séquentiel de la programmation en C ne se retrouve pas systématiquement en VHDL, où le but est de décrire une architecture matérielle comme le ferait un câblage. Il y a donc un mélange de programmations séquentielles et concurrentes qui n'est pas simple à apprécier.

2.3.3 Automatismes

Les étudiants en IUT GEII ont une formation de base solide sur les technologies industrielles, notamment avec des cours d'automatisme. J'ai eu à charge le TD (23 étudiants) du deuxième semestre de la matière ARS². Cette première partie est axée sur la structure d'un automatisme industriel, les technologies mises en oeuvre (pneumatiques, électromagnétique...) et l'utilisation d'un Automate Programmable Industriel grâce aux graficets et gemmas.

L'objectif est que les étudiants soient capable de concevoir, via un schéma contact (câblage) ou un programme, la commande d'un système automatique. La mise en pratique de ces connaissances est effectuée en TP sur des automates TSX 37-21, le logiciel PL7-Pro et des platines de câblage comportant les éléments courants d'un automate (relais, contacteurs, protection thermique...). J'interviens dans 4 groupes de TP d'une vingtaine d'étudiants chacun.

2.3.4 Informatique industrielle

L'informatique industrielle et l'automatisme sont ici deux matières complémentaires. J'enseigne ce semestre, dans les mêmes 4 groupes de TP, la gestion d'un microcontrôleur 80C552 et de ses mémoires. Les étudiants ont un accès par liaison série aux registres du microcontrôleur et peuvent ainsi programmer, en assembleur ou langage machine, des routines de traitement.

2.3.5 Bilan

Période	Statut	Discipline	Volume horaire (eq. TD)
Automne 2007	ATER GEII	TP Électronique numérique et synthèse logique	82.3h
2008	ATER GEII	TP Automatismes	42.6h
2008	ATER GEII	TD Automatismes	24h
2008	ATER GEII	TP Informatique industrielle	42.6h

2.4 Expériences diverses

2.4.1 Présentation du statut de doctorant

Lors de mon DEA, j'ai suivi avec intérêt une présentation de M. Boubakeur Belaroussi sur les études doctorales. Il était alors lui-même doctorant au laboratoire. À mon inscription en thèse, nous avons repris ensemble ce panorama de 2 heures après quelques mises à jour.

Le but était de présenter les différents financements possibles pour d'une thèse à des étudiants de *master 2 recherche*. Les allocations ministérielles, les compléments du monitorat, les bourses CIFRE, région et BDI CNRS étaient abordés en donnant une idée du rôle du doctorant dans chaque cas.

2.4.2 Jurys d'admission

Outre les différents jurys liés aux enseignements en tant que moniteur et ATER, je me suis porté volontaire pour participer aux jurys d'admissions des INSA en juillet 2006. Il s'agit d'entretiens avec des candidats de niveau baccalauréat.

Le jury est composé d'un enseignant INSA, d'un acteur du monde industriel et d'une personne qualifiée en psychologie. Plus qu'une évaluation classique du candidat, qui est faite par ailleurs, le

²Automatismes, Réseaux, Supervision

but est d'instaurer un dialogue où lequel l'étudiant va pouvoir exprimer ses motivations de façon naturelle.

Un rapport sur chaque candidat rencontré (6 en une journée) est écrit en accord avec les trois parties du jury et est associé aux autres éléments du dossier d'admission.

2.5 Perspectives

Je m'efforce depuis le DEA de participer aux tâches d'enseignements en tant que composantes de mon projet professionnel. Mon souhait dans ce domaine est d'acquérir les responsabilités habituelles dans un enseignement de discipline pratique. Je pense par exemple à l'informatique, matière pour laquelle j'ai aujourd'hui les compétences nécessaires à la création d'un cours, des TD et de la plate-forme TP associée.

J'ai eu l'occasion de penser et appliquer des méthodes pédagogiques de dialogues avec les étudiants. J'aimerais approfondir ce point et créer une réflexion commune au sein de l'équipe enseignante. Ainsi, je regarde d'un oeil attentif les technologies TICE existantes. La maturité des outils actuels est suffisante pour une utilisation à taille réelle dans les universités où les ENT fleurissent et apportent un nouveau mode de communication enseignants/étudiants/administration. Mon souhait est de porter des projets innovants dans ce contexte évolutif, en particulier en tirant parti des outils de gestion de projets de l'industrie et en les adaptant à un vocabulaire et aux contraintes pédagogiques.

D'autre part, et pour terminer ce volet "Enseignements", je compte m'investir dans les relations internationales, ceci afin d'inscrire l'établissement dans la dynamique mondiale tangible. Cette composante est aujourd'hui indispensable à un projet de formation.

3 Recherches

3.1 Doctorat

3.1.1 Mémento

Titre	Segmentation par modèle déformable surfacique localement régularisé par spline lissante	
Date de soutenance	10 décembre 2007	
Lieu de soutenance	INSA-Lyon	
Jury	Pierre-Yves Coulon	Président du jury
	Jacques-Olivier Lachaud	Rapporteur
	Johan Montagnat	Rapporteur
	Olivier Coulon	Examineur
	Hugues Benoit-Cattin	Directeur de thèse
	Christophe Odet	Directeur de thèse

3.1.2 Résumé

La segmentation d'image par modèles déformables est une méthode permettant de localiser les frontières d'un objet. Dans le cas d'images difficiles à segmenter en raison de la présence de bruit ou d'un manque d'information, l'introduction de connaissance a priori dans le modèle déformable améliore la segmentation. Ces cas difficiles sont fréquents dans l'imagerie du vivant, où les applications peuvent concerner le traitement d'une grande quantité de donnée. Il est alors nécessaire d'utiliser une méthode de traitement robuste et rapide.

Cette problématique nous a amené à proposer une régularisation locale du modèle déformable (conférence EUSIPCO'06 [2]). Pour ce faire, nous reprenons le concept du contour actif en proposant un nouveau schéma de régularisation. Cette dernière est désormais effectuée via un filtrage RII des déplacements à chaque itération. Le filtre est basé sur un noyau de spline lissante dont le but, à l'origine, était d'approcher un ensemble de points par une fonction continue plutôt que d'interpoler exactement ces points.

Nous mettons en avant, dans cette méthode de régularisation, la concision du paramètre de régularisation : il s'agit d'une valeur λ , réelle et positive, qui influe sur la fréquence de coupure du filtre passe-bas. Une relation analytique existant entre λ (JASP 2007 [1]), la fréquence de coupure et la fréquence d'échantillonnage, il est possible de donner un sens métrique à la fréquence de coupure. De plus, nous pouvons affecter une valeur λ différente en chaque point du contour par une variation des coefficients du filtre et ainsi permettre une régularisation locale du contour actif.

La généralisation de cette nouvelle méthode de régularisation pour des modèles déformables surfaciques est proposée. La difficulté principale concerne la connectivité du maillage, contrainte à une valence 4 partout par le filtrage bidimensionnel (conférence ICIP'06 [3]). Des résultats de segmentation sont donnés pour de tels maillages ainsi que pour des maillages sphériques où un traitement particulier des pôles est mis en oeuvre.

3.1.3 Présentation des membres du jury

- **Pierre-Yves Coulon.** Professeur, 61e section (Laboratoire LIS, Grenoble). Ses travaux de recherches concernent entre autres la segmentation d'image. L'extraction de caractéristiques du visage, la segmentation des lèvres par modèle déformable et la détection de défauts par rayon X comptent parmi ses récentes publications.
- **Jacques-Olivier Lachaud.** Professeur 27e section (Laboratoire LAMA, Chambéry). Ses travaux sont liés aux modèles déformables et sont à l'interface de l'informatique, des ma-

thématiques et du traitement d'image. Les problématiques de complexité et de représentation discrète des surfaces ont dirigé ses recherches sur les outils de topologie et géométrie discrète.

- **Johan Montagnat.** HdR, CR CNRS informatique (I3S, Sophia Antipolis). Il est actuellement impliqué dans des projets de recherches liés aux grilles de calcul pour l'imagerie médicale et la bio-informatique. Sa présence dans le jury est principalement dû à ses travaux sur les modèles déformables simplexes et leurs applications en imagerie dynamique cardiaque.
- **Olivier Coulon.** CR CNRS (Laboratoire LSIS, Marseille). Ses recherches concernent le domaine de l'analyse d'images médicales. Le traitement d'images cérébrales se traduit par plusieurs projets liés à des problématiques anatomiques ou fonctionnels. Parallèlement, il s'intéresse aux problèmes de la chirurgie assistée par ordinateur à travers un projet en collaboration avec PRAXIM-Medivision.

3.2 Contributions aux contours actifs

3.2.1 Filtrage RII variant pour la régularisation

Les propriétés de continuité des B-Splines ont déjà été exploitées pour gérer l'élasticité d'un contour actif via son échantillonnage. Parallèlement, il existe une méthode de filtrage passe-bas du contour à chaque itération pour la régularisation. Ce filtre se nomme B-Spline lissant SB_λ : il minimise la courbure du contour en fonction d'un paramètre λ lié à sa fréquence de coupure.

Nos travaux [1] portent sur une intégration différente du filtrage SB_λ pour la régularisation. L'idée de base est de filtrer non plus le contour à chaque itération mais les forces externes. Cette démarche, justifiée dans le document de thèse, permet :

1. d'éviter l'effet de rétrécissement constaté dans la littérature dans le cas d'une régularisation trop forte,
2. d'exploiter les propriétés d'un filtrage numérique IIR en terme d'implantation,
3. de ne pas restreindre λ dans un court intervalle, et en particulier d'imposer le contour initial comme une connaissance a priori pour un $\lambda \rightarrow \infty$,
4. d'introduire une régularisation locale par une simple variation des coefficients du filtre.

3.2.2 Résultats

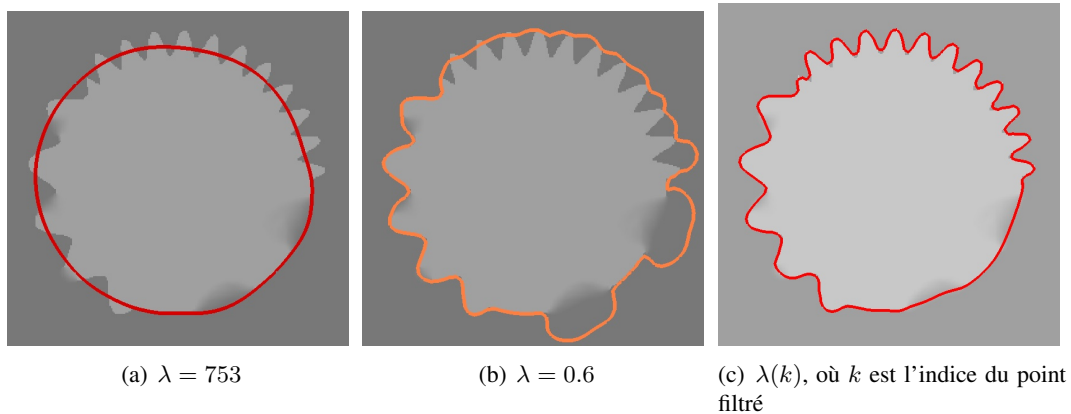


FIG. 1 – Segmentations d'un disque modulé avec différentes valeurs de régularisation.

Une forte régularisation (figure 1(a)) produit une segmentation approximative, convenable pour un contour à faible courbure mais ne parvenant pas à détecter les détails de l'objet. Une régularisation plus faible (figure 1(b)) autorise une plus grande déformation, ce qui permet la détection de concavités moyennes. Mais des fuites apparaissent quand le gradient ne peut pas compenser les forces ballons, et les détails fins ne sont pas détectés. Dans la figure 1(c), λ est variant. La régularisation est faible dans les parties modulées du bord du disque et grande dans la partie circulaire. La détection des détails est possible alors que les fuites sont évitées.

3.3 Contributions au filtrage de maillages

3.3.1 Filtrage RII de maillages quadrangulaires

Les travaux sur les contours actifs ont ouvert des perspectives intéressantes. Le filtrage RII pour la régularisation est un moyen efficace d'accroître la robustesse du modèle déformable. Le traitement de volume nécessitant un modèle déformable surfacique, nous avons étudié la faisabilité d'un filtrage RII sur une surface. Se pose alors la question de la représentation de cette surface.

1. Soit la surface est un produit tensoriel de deux courbes. C'est une extension naturelle mais qui impose une topologie simple de la surface (plan, cylindre ou tore) à cause des points singuliers.
2. Soit la surface est un maillage discret, une triangulation ou son dual simplexe. Toutes les surfaces sont représentables avec un maillage régulier de valence 3.

Dans notre cas, le filtre monodimensionnel SB_λ se généralise en filtre bidimensionnel pour des images. Une surface étant un objet bidimensionnel, il est possible d'étendre directement le filtrage d'une courbe à une surface, à condition qu'elle ait la même structure qu'une image. Cela se traduit par un maillage dont les sommets sont tous de valence 4.

Cette contrainte nous ramène à des objets de topologie simple. Même une sphère ne peut pas être maillée de cette façon, elle contiendra forcément des points singuliers. Nous avons proposé une méthode permettant de traiter ces points singuliers. De plus, nous tirons parti du filtrage variant vue en 2D pour adapter λ en chaque point, en fonction du pas d'échantillonnage. Ceci permet de s'affranchir de la non-uniformité d'un maillage, ce qui est fréquent surtout dans le cadre d'une déformation.

Nous avons ainsi proposé une méthode de filtrage RII de surfaces. L'algorithme de modèle déformable régularisé par spline lissante est alors généralisable pour toute surface de genre 0 ou fermée de genre 1.

3.3.2 Résultats

3.4 Les suites de la thèse

3.4.1 Perspectives

Les résultats obtenus dans le cadre général des modèles déformables ouvrent différentes pistes. La première concerne la levée de la contrainte topologique pour utiliser comme modèle n'importe quel type de surfaces (genre, géométrie). Des méthodes existent pour obtenir un maillage quadrangulaire à partir d'une triangulation, mais la qualité du maillage obtenu n'est pas suffisante pour diriger correctement le filtre sur la surface. De plus, les points-selles qui apparaissent nécessairement sur des surfaces devront être traités de façon ad hoc au même titre que les points singuliers.

La deuxième piste pertinente est liée à l'amélioration des performances de ce modèle déformable : les notions abordées dans la thèse à savoir les fréquences d'échantillonnage et de coupure

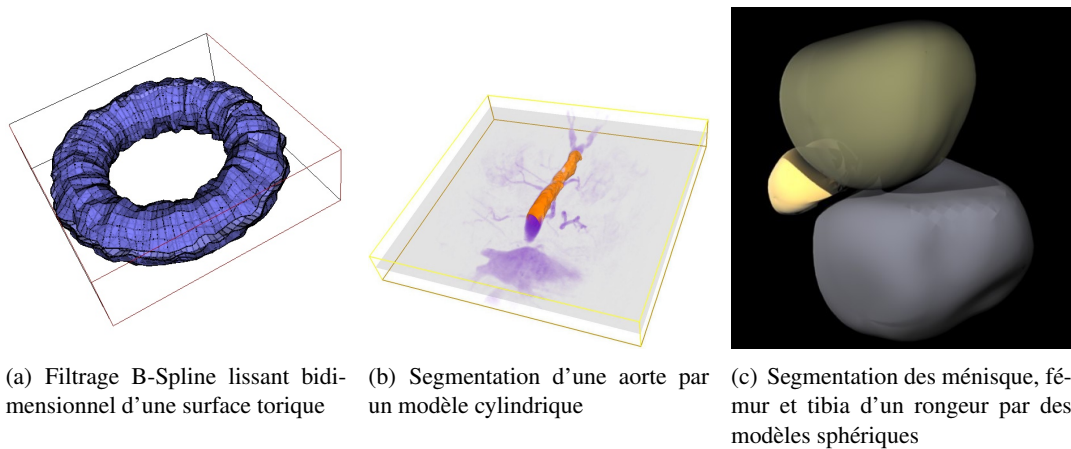


FIG. 2 – En 3D, il est aisé d'étendre l'algorithme pour un maillage de topologie simple (a), (b) [3]. Sur d'autres surfaces, les inévitables points singuliers doivent être traités de façon ad-hoc (c). Il n'en reste pas moins que le maillage doit être de valence 4 presque partout.

et la régularisation, totalement maîtrisées par notre méthode, sont souvent les paramètres-clés d'une analyse multirésolution. Intégrer notre modèle déformable dans un contexte multirésolution sera de façon sûre un gain important de performances, autant en terme de rapidité que de justesse de segmentation. Parallèlement, il paraît indispensable de proposer des méthodes automatiques de choix des λ locaux, afin de délester l'utilisateur de cette tâche et ainsi gagner en intuitivité.

La troisième piste est purement applicative : le modèle déformable développé dans ces travaux est utilisé aujourd'hui pour une étude pharmacologique quantitative sur des cobayes dans le cadre d'un suivi longitudinal par IRM. D'autres applications médicales sont envisageables en fonction des besoins des médecins. La rapidité de traitement induit par le filtrage RII permet de penser à du suivi d'objet dans des séquences d'image en temps réel. La segmentation dynamique de volumes devient alors possible.

3.4.2 Valorisation

Parmi les travaux de thèse, certains points n'ont pas encore été publiés. Les résultats obtenus dans la thèse sont prometteurs et méritent, à mon sens, une publication dans un journal spécialisé en géométrie ou SIGGRAPH. En attendant, une communication sur le filtrage RII de surfaces a été soumise à la conférence IEEE ICIP 2008 [4].

Parallèlement, l'utilisation de ce modèle déformable dans une application biomédicale par Du Xian (post-doc 2006-07) est également sujet à une publication en cours de rédaction. Une première version de ce papier a été soumise à la conférence IEEE ICIP 2008 [5].

Enfin, en collaboration avec Jean-Loïc Rose, doctorant CREATIS-LRMN, nous avons proposé pour la conférence EUSIPCO [6] une méthode d'intégration d'a priori géométrique dans un modèle déformable grâce à un champ vectoriel basé sur une mesure de distance.

3.5 Projets de recherche

Ces travaux de recherches ont abouti à une thèse au contenu précis. Cependant, je peux en dégager plusieurs thématiques dans lesquelles je souhaiterais engager des actions de recherches. La priorité sera évidemment mise sur les thèmes compatibles avec les activités de l'équipe d'accueil.

Géométrie et Topologie des surfaces discrètes

La représentation des surfaces est aujourd'hui encore un domaine actif de recherche. Même si les triangulations sont massivement utilisées, ce n'est pas forcément la configuration optimale selon les applications (filtrage, MEF, déformations,...). Une activité autour de ce thème peut nous amener à étudier la géométrie différentielle, la topologie discrète, les méthodes d'interpolation et d'approximation d'un nuage de points, la théorie de Morse et les champs de vecteurs définis sur une variété...

Un travail avec des mathématiciens permettrait d'avancer sur le lien entre géométrie et topologie et ainsi contribuer à la recherche fondamentale. D'un autre côté, les constructeurs de GPU pourraient être des partenaires privilégiés dans le cadre de développement d'algorithmes ciblés et optimisés pour du traitement de surface. Finalement, toutes les équipes utilisant de près ou de loin une représentation discrète de surface pour leurs recherches seraient également candidates à une collaboration active (Rendu 3D, image de synthèse, CAO, architecture, réalité virtuelle et augmentée...).

Champs vectoriels pour le traitement d'images et de surfaces

Parmi les domaines que j'ai pu appréhender ces dernières années, les champs vectoriels ont été plusieurs fois utilisés pour diverses raisons. Par exemple, les forces externes guidant la déformation du modèle déformable forment un champ vectoriel. Les méthodes de remaillages implantées sont également basées sur un champ vectoriel défini sur la surface. Il me semble pertinent d'approfondir ce domaine : non seulement il y a des liens indéniables avec le domaine de la topologie -ce qui rejoint le point précédent- mais en plus le champ des applications peut être vaste.

En effet, d'un point de vue purement géométrique, un champ de vecteur est un moyen efficace pour représenter une trajectoire dans une image. Mais les informations que peut porter un vecteur ne sont pas limitées à une direction dans l'espace de plongement. En effet, les informations portées peuvent être multiples (probabilité, vitesse, couleur...) et définies dans l'espace étudié sous forme d'un vecteur. L'analyse des singularités et des continuités d'un champ de vecteurs de caractéristiques serait un moyen prometteur d'extraction d'informations.

IHM, réalité augmentée et immersion

Je situerais cette voie de recherche entre les thématiques fondamentales (géométrie, topologie et traitement d'image) et les applications concrètes (GMCAO³, pilotage de robot, sculpture virtuelle, simulation, visualisation de données complexes, reconnaissance et synthèse de la LSF...). Je souhaiterais engager des activités de recherche faisant coopérer traitement de séquences d'images, traitement de maillage, modélisation de scène et toute autre méthode d'extraction d'information de l'environnement réel, dont le but serait d'instaurer un dialogue riche entre humain et machine.

Les thèmes abordés seront en lien avec des problématiques de traitement de l'information en temps réel. L'information peut provenir, par exemple, de modèles géométriques construits à partir d'une acquisition de l'environnement réel (immersion, pilotage de robot) ou encore de données mécaniques ou physiologiques d'un objet simulé (interface haptique, réalité augmentée per-opératoire). Le sujet est largement ouvert et les collaborations envisageables nombreuses.

³Gestes Médicaux et Chirurgicaux Assistés par Ordinateur

4 Publications

Journaux internationaux

- [1] J. Velut, H. Benoit-Cattin, and C. Odet. Locally regularized smoothing b-snake. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2007 :Article ID 76241, 12 pages, 2007.

Conférences internationales avec comité de lecture

- [2] J. Velut, H. Benoit-Cattin, and C. Odet. Locally regularized snakes through smoothing b-spline filtering. In *EUSIPCO*, Sept. 2006.
- [3] J. Velut, H. Benoit-Cattin, and C. Odet. Segmentation by smoothing b-spline active surface. In *ICIP*, pages 209–212, Oct. 2006.

Soumissions en cours de révision

- [4] J. Velut, H. Benoit-Cattin, and C. Odet. IIR filtering of surface meshes for the regularization of deformable models In *ICIP*, 2008.
- [5] X. Du, J. Velut, R. Bolbos, O. Boeuf, H. Benoit-Cattin, and C. Odet. 3-D knee cartilage segmentation using a smoothing b-spline active surface. In *ICIP*, 2008.
- [6] J.-L. Rose, J. Velut, C. Revol-Muller, H. Benoit-Cattin, and C. Odet. Prior Force : Yet Another External Force for Deformable Models. In *EUSIPCO*, 2008.

5 Encadrements et activités

5.1 Encadrements de Master

La thèse développée précédemment ouvre de multiples champs de recherches que nous avons abordés aux cours de stage de Master 2 recherche :

- Artem Zezioulinski (2004-05) a étudié la régularisation locale d'un contour actif en prenant en compte des informations images et temporelles. Encadrement à 50%.
- Romain Allard (2006-07) a étudié certaines méthodes de traitement des maillages pour la définition locale des valeurs du paramètre de régularisation, en particulier l'analyse spectrale des surfaces. Encadrement à 50%.
- Rémi Flamary (2007-08) travaille actuellement sur les représentations M-Reps de surfaces. Elles offrent un moyen de construire facilement un maillage quadrangulaire. La régularisation par spline lissante sera donc naturellement implantée sur de telles surfaces. Encadrement à 50%.

5.2 Séminaires et présentations

Mon arrivée au CREATIS-LRMN s'est faite sous la forme du stage de maîtrise GMI⁴ au sein de l'équipe informatique. Le but étant de développer des outils haut-niveaux d'interfaces pour le traitement d'image, ce stage s'est clos sur un séminaire présentant ces travaux.

La période de thèse a également été émaillée de présentations sur l'avancement des travaux, devant les membres de l'équipe Volumique et devant le personnel du laboratoire.

5.3 Méthodes de travail

Nous évoluons dans un domaine où l'informatique, en tant qu'outil, est omniprésente. En cela, et en accord avec ma formation, j'ai souhaité développer mes méthodes dans un souci de pérennité. Le laboratoire CREATIS-LRMN encourage ce type d'initiatives : plateforme de développement commune, encouragement à l'utilisation de bibliothèques libres et multi-plateformes, formations fréquentes sur ces outils. J'ajouterais à cela un travail collaboratif proche des projets de l'ingénierie, où la place des réunions d'équipe (doctorants - directeurs de thèses - collaborateurs) prend une dimension importante.

5.4 Formations suivies

La formation doctorale EEA ainsi que le CIES de Lyon - l'organisme gérant les moniteurs - proposent un nombre important de formations. Je me suis orienté vers des formations en pédagogie de groupe et vers des cours alimentant ma culture générale en sciences.

Stages CIES :

- Initiation à la zététique : comment enseigner l'esprit critique ?
- Formation de formateurs et dynamique de groupe,
- Lecture rapide et efficace.

Formations doctorales :

- Optimisation d'un système : introduction aux méthodes inspirées de la nature,
- Modélisation et simulation de systèmes d'imageries par rayons X,
- Imageries anatomiques et fonctionnelles : cours et démonstration sur machines,
- Instrumentation pour l'Imagerie par Résonance Magnétique,
- Introduction à la réhabilitation prothétique de la surdité.

⁴Génie Mathématiques et Informatique, effectuée à l'IUP d'Avignon de 2001 à 2003