

Curriculum Vitæ

Rémy Malgouyres
LIMOS, UMR 6168 CNRS,
Université Clermont Auvergne

le 10 février 2017

Table des matières

I - Détail du Curriculum Vitæ	3
1 Généralités	3
1.1 État civil, Fonctions	3
1.2 Activités salariées	3
1.3 Connaissances Générales	3
1.4 Hobbies	3
1.5 Titres Universitaires	4
2 Publications	5
2.1 Logiciels et Composants Logiciels	5
2.2 Rapports de Recherche	5
2.3 Ouvrages d'Enseignement	5
2.4 Chapitre d'ouvrage	5
2.5 Diffusion Scientifique et Technique Libre	5
2.6 Édition de numéro spécial de revue	6
2.7 Publications parues dans des revues internationales	6
2.8 Congrès internationaux avec actes et comité de lecture	7
3 Valorisation, Conseil, Expertises	10
4 Encadrement de stages de master, thèses	11
4.1 Stages de Master Recherche ou équivalents, <i>CDD</i>	11
4.2 Thèses en cours	12
4.3 Thèses soutenues	12
5 Activités en matière d'enseignement	13
5.1 Approche didactique et pédagogique originale	13
5.2 Synthèse des principaux enseignements	14
5.3 Détail des enseignements par année	14
6 Responsabilités et charges collectives	20
6.1 Responsabilités scientifiques et rayonnement	20
6.2 Responsabilités administratives et pédagogiques	22

II - Bilan des recherches et projet	24
7 Bilan d'activité de recherche : un parcours atypique	24
7.1 Accumulation de connaissances et d'expériences	24
7.2 Topologie Digitale	24
8 Professeur à l'Université d'Auvergne (avant la fusion)	25
8.1 Diversité thématique : Éclairement Global	25
8.2 Diversité thématique : Fitting de surfaces, coordonnées sur maillages, vision . .	26
8.3 Valorisation et conseil	27
8.4 Traitement des images et de données biologiques	27
9 Rupture Scientifique Pluridisciplinaire :	
Analyse Numérique en Nombres Entiers	28
9.1 Motivations et positionnement	28
9.2 Origines du projet	31
9.3 Théorie Pour l'Analyse Numérique en Nombres Entiers	32
9.4 Résumé des points forts	33
9.5 Prolongements Mathématiques	34
9.6 Rupture Technologique :	
Librairie Générique de Calcul Scientifique	35
9.7 Références	37

Détail du Curriculum Vitæ

1 Généralités

1.1 État civil, Fonctions

Nom : MALGOUYRES

Date et lieu de naissance : 20 octobre 1967

Prénom : Rémy

à Étampes (91), Nationalité Française

Fonctions : Professeur des Universités (1ère Classe)

Adresse e-mail : remy.malgouyres@uca.fr

Page web : <http://www.malgouyres.org>

1.2 Activités salariées

- de 1987 à 1991 Elève Ecole Normale Supérieure de Lyon
- De 1991 à 1994 Allocataire Moniteur Normalien
- 1994-1995 ATER à l'Université d'Auvergne
- 1995-2000 Maître de Conférences (27) à l'ISMRA, ENSI de Caen
- Depuis septembre 2000 Professeur (27) à l'Université d'Auvergne, devenue Université Clermont Auvergne
IUT de Clermont-Ferrand, Département *Imagerie* puis *Info*.
- Depuis septembre 2008 Professeur Première classe (Promotion par le *CNU*).

1.3 Connaissances Générales

Langue maternelle : Français

Anglais (Lire : C2, Écouter : C2, Parler : C2, Écrire : C2)

Allemand (Lire : C1, Écouter : C1, Parler : B2 à C1, Écrire : C1)

Connaissances Mathématiques et Outils Informatiques :

- **Mathématiques et Mathématiques Appliquées** : Analyse, Théorie Spectrale, Analyse Harmonique, Espaces de Banach et de Hilbert, Géométrie Différentielle, Théorie de la Mesure et Probabilités, Systèmes Dynamiques, Différences Finies, Optimisation...
- **Imagerie Numérique** : Modélisation Géométrique, Traitement d'Images et Informatique Graphique. APIs et Bibliothèques : OpenGL 4, GLSL, JOGL, WebGL, SDL, imageJ, Intel IPP, Imagemagick, ASSIMP.
- **Langages et techniques de programmation** : C, C++, Java, C#, PHP, Javascript, XHTML, HTML5, CSS3, XAML et WPF, SQL, shell, bash, Modélisation Objet (et UML), Conception Objet (Design Patterns), svn, git, QMake, Sage, Scilab.
- **Parallélisme** : Programmation Multithreadée, GPGPU pour le traitement d'images en GLSL.
- **Outils Divers et IDE** : Administration Système et Réseau Linux (NFS, Samba, SFTP, SSH, Routage, nfilter, LDAP, Apache, SSL, etc.), Logiciels et bibliothèques OpenSource (live555, VLC, OpenSSL, Posix, Gimp,...), Visual Studio, Eclipse, QT Creator, CMS (Joomla, Drupal), Latex.

1.4 Hobbies

Natation (*IUF FFN 1414393*), Guitare et Chant, Sciences Humaines et Sociales, Géopolitique.

1.5 Titres Universitaires

- 1985 — *Baccalauréat série C* (Académie de Versailles)
- 1987 — Entrée à l'*École Normale Supérieure de Lyon*
- 1987-1988 — *Licence de Mathématiques* Mention assez bien (Université Lyon I)
— 1ère année du *Magistère d'Informatique et Modélisation* de l'ENS de Lyon et admission en 2ème année
- 1988-1989 — *Maîtrise de Mathématiques pures* Mention bien (Université Lyon I)
- 1989-1990 — *D.E.A. de Mathématiques* Mention très bien (ENS de Lyon et Université Lyon I)
— 3ème année du *Magistère de Mathématiques et Applications* de l'ENS de Lyon Mention très bien
— *Agrégation de Mathématiques* (concours 1990, rang 61)
- 1994 — *Thèse de Diplôme de Doctorat en Informatique* intitulée "Une nouvelle caractérisation des surfaces de l'espace discret \mathbb{Z}^3 conduisant à un théorème de Jordan 3D discret".
Soutenue le 10 février 1994 à l'Université d'Auvergne.
Directeur : Professeur Denis Richard.
Mention : très honorable avec les félicitations du Jury.
- 1999 — *Habilitation à Diriger des Recherches en Informatique* intitulée "Préservation de la topologie et surfaces en géométrie discrète".
Soutenue 08 janvier 1999 à l'Université de Caen.
- Coordinatrice :**
M. Revenu (Professeur, ISMRA, Caen)
- Jury :**
J-M. Chassery (Directeur de Recherche CNRS, Grenoble)
E. Grandjean (Professeur, Université de Caen)
J-P. Reveillès (Professeur, Université d'Auvergne)
M. Revenu (Professeur, ISMRA, Caen)
D. Richard (Professeur, Université d'Auvergne)
- Rapporteurs :**
J-M. Chassery (Directeur de Recherche CNRS, Grenoble)
P. Gritzmann (Professeur, Université de Munich, Allemagne)
M. Nivat (Professeur, Université Paris 7)

2 Publications

2.1 Logiciels et Composants Logiciels

- [Sw 1] R. Malgouyres. *WrapImaJ* : Multi-platform API for Image Processing systems in Life Sciences. *SourceForge, WrapImaj Project*, October 2016. **Version 1.0.0.0**.

2.2 Rapports de Recherche

- [RR 1] Rémy Malgouyres and Henri Alex Esbelin. Mixed Integer-Real Mathematical Analysis, and The Lattice Refinement Approximation and Computation Paradigm. volume **hal-01422230** of *HAL, Archives Ouvertes*, December 2016. Research Report.

2.3 Ouvrages d'Enseignement

- [L 1] R. Malgouyres, R. Zrour, and F. Fecshet. *Initiation à l'Algorithmique et aux structures en données en C : cours et 118 exercices corrigés*. Collection Sciences Sup. DUNOD, 3ème édition, 2014.
- [L 2] R. Malgouyres, R. Zrour, and F. Fecshet. *Initiation à l'Algorithmique et à la programmation en C : cours et 129 exercices corrigés*. Collection Sciences Sup. DUNOD, 2ème édition, janvier 2011.
- [L 3] R. Malgouyres, R. Zrour, and F. Fecshet. *Initiation à l'Algorithmique et aux structures en données en C : cours et 118 exercices corrigés*. Collection Sciences Sup. DUNOD, janvier 2008.
- [L 4] R. Malgouyres. *Algorithmes pour la synthèse d'images et l'animation 3D*. Collection Sciences Sup. DUNOD, 2ème édition, 2005.
- [L 5] R. Malgouyres. *Algorithmes pour la synthèse d'images et l'animation 3D*. Collection Sciences Sup. DUNOD, 2002.

2.4 Chapitre d'ouvrage

- [Ch 1] J-O Lachaud and R. Malgouyres. *Géométrie discrète et images numériques*, chapter 3. Hermès, 2007.

2.5 Diffusion Scientifique et Technique Libre

- [DS 1] Rémy Malgouyres. *Administration réseau sous linux (Debian et Ubuntu)*. 2016. Document PDF avec sujets de TP/TD et données de test
<http://www.malgouyres.org/administration-reseau>.
- [DS 2] Rémy Malgouyres. *Conception Objet et Programmation en C#*. 2016. Document PDF avec sujets de TP/TD et données de test
<http://www.malgouyres.org/programmation-objet-cSharp>.
- [DS 3] Rémy Malgouyres. *Initiation au CMS Drupal*. 2016. Tutoriel sous forme de site *Drupal*
<http://www.malgouyres.org/tutoriel-drupal>.

- [DS 4] Rémy Malgouyres. *Programmation 3D avec OpenGL et GLSL*. 2016. Document *PDF* avec sujets de *TP/TD* et données de test
<http://www.malgouyres.org/opengl>.
- [DS 5] Rémy Malgouyres. *Programmation 3D en Java avec JOGL : Exemples avec Swing*. 2016. Document *PDF* avec sujets de *TP/TD* et données de test
<http://www.malgouyres.org/jogl>.
- [DS 6] Rémy Malgouyres. *Programmation HTML5/CSS3*. 2016. Document *PDF* avec sujets de *TP/TD* et données de test
<http://www.malgouyres.org/programmation-html-css>.
- [DS 7] Rémy Malgouyres. *Programmation Système En C sous Linux*. 2016. Document *PDF* avec sujets de *TP/TD* et données de test
<http://www.malgouyres.org/programmation-systeme>.
- [DS 8] Rémy Malgouyres. *Programmation Web Côté Client avec JavaScript et jQuery*. 2016. Document *PDF* avec sujets de *TP/TD* et données de test
<http://www.malgouyres.org/programmation-javascript>.
- [DS 9] Rémy Malgouyres. *Programmation Web Côté serveur : PHP, PDO, MVC, DAL, Front Controller*. 2016. Document *PDF* avec sujets de *TP/TD* et données de test
<http://www.malgouyres.org/programmation-php>.

2.6 Édition de numéro spécial de revue

- [Ed 1] G. Bertrand and R. Malgouyres eds, editors. *Special issue on Discrete Geometry*, volume 283/1. Theoretical Computer Science, Elsevier, 2002.
- [Ed 2] R. Malgouyres, editor. *Special issue on combinatorial analysis*, volume 15/7. International Journal on Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2001.

2.7 Publications parues dans des revues internationales

- [RI 1] Henri Alex Esbelin and Rémy Malgouyres. Sparse convolution-based digital derivatives, fast estimation for noisy signals and approximation results. *in Theoretical Computer Science (TCS)*, 624 :2-24, January 2016.
- [RI 2] Colin Cartade, Christian Mercat, Rémy Malgouyres, and Chafik Samir. Mesh Parameterization with Generalized Discrete Conformal Maps. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 46(1) :1–11, 2013.
- [RI 3] Florent Brunet, Vincent Gay-Bellile, Adrien Bartoli, Nassir Navab, and Rémy Malgouyres. Feature-Driven Direct Non-Rigid Image Registration. *International Journal of Computer Vision*, 93(1) :33–52, 2011.
- [RI 4] Henri-Alex Esbelin, Rémy Malgouyres, and Colin Cartade. Convergence of binomial-based derivative estimation for C^2 noisy discretized curves. *Theor. Comput. Sci.*, 412(36) :4805–4813, 2011.
- [RI 5] Sébastien Fourey and Rémy Malgouyres. Normals estimation for digital surfaces based on convolutions. *Computers & Graphics*, 33 :2–10, 2009.
- [RI 6] Pierre Y. Chatelier and Rémy Malgouyres. A low-complexity discrete radiosity method. *Computers & Graphics*, 30(1) :37–45, 2006.

- [RI 7] J. Burguet and R. Malgouyres. Strong Thinning and Polyhedric Approximation of the Surface of a Voxel Object. *Discrete Applied Mathematic*, 125(1) :93–114, 2003.
- [RI 8] S. Fourey and R. Malgouyres. A Concise Characterization of 3D Simple Points. *Discrete Applied Mathematics*, 125(1) :59–80, 2003.
- [RI 9] S. Fourey and R. Malgouyres. Intersection Number and Topology Preservation Within Digital Surfaces. *Theoretical Computer Science*, 283(1) :109–150, 2002.
- [RI 10] R. Malgouyres and M. More. On the Computational Complexity of Reachability in 2D Binary Images and Some Basic Problems of 2D Digital Topology. *Theoretical Computer Science*, 283(1) :67–108, 2002.
- [RI 11] S. Fourey and R. Malgouyres. A digital Linking number. *International Journal on Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 15(7) :1053–1074, 2001.
- [RI 12] R. Malgouyres. Computing the Fundamental Group in Digital Spaces. *International Journal on Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 15(7) :1075–1088, 2001.
- [RI 13] R. Malgouyres. Homotopy in 2-dimensional digital images. *Theoretical Computer Science*, 230 :221–233, 2000.
- [RI 14] R. Malgouyres and A. Lenoir. Topology Preservation Within Digital Surfaces. *Graphical Models*, 62 :71–84, 2000.
- [RI 15] G. Bertrand and R. Malgouyres. Some topological properties of discrete surfaces. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 11 :207–221, 1999.
- [RI 16] R. Malgouyres and G. Bertrand. Complete local characterization of strong 26-surfaces : continuous analogs for strong 26-surfaces. *International Journal on Pattern Recognition and artificial Intelligence (IJPRAI), special issue on Parallel Image Analysis*, 13(4) :465–484, 1999.
- [RI 17] R. Malgouyres and G. Bertrand. A new Local Property of strong n -surfaces. *Pattern Recognition Letters*, 20 :417–428, 1999.
- [RI 18] R. Malgouyres. Local characterization of strong surfaces within strongly separating objects. *Pattern Recognition Letters*, 19(3-4) :341–349, 1998.
- [RI 19] R. Malgouyres. A definition of surfaces of \mathbb{Z}^3 : a new 3D discrete Jordan theorem. *Theoretical Computer Science*, 186 :1–41, 1997.
- [RI 20] R. Malgouyres. There is no local characterization of separating and thin objects in \mathbb{Z}^3 . *Theoretical Computer Science*, 163 :303–308, 1996.
- [RI 21] R. Malgouyres. Graphs generalizing closed curves with linear construction of the Hamiltonian cycle. *Theoretical Computer Science*, 143 :189–249, 1995.
- [RI 22] R. Malgouyres. Le graphe partiel essentiel par rapport au problème des cycles Hamiltoniens. *Compte Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 309(1) :405–410, 1994.

2.8 Congrès internationaux avec actes et comité de lecture

- [CI 1] R. Malgouyres and H.A Esbelin. A Theory For Integer-Only Numerical Analysis. In *14th International Conference on p -adic Analysis*, Aurillac, France, July 2016. HAL, Archives Ouvertes, Research Report. **hal-01340673**, version 1.
- [CI 2] Henri-Alex Esbelin and Rémy Malgouyres. Taylor Optimal Kernel for Derivative Estimation. In *Discrete Geometry for Computer Imagery - 18th IAPR International Conference, DGCI 2014, Siena, Italy, September 10-12, 2014. Proceedings*, volume 8668 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 384–395. Springer, 2014.

- [CI 3] Damien Gonzalez, Rémy Malgouyres, Henri-Alex Esbelin, and Chafik Samir. Convergence of Level-Wise Convolution Differential Estimators. In *DGCI*, volume 7749 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 335–346. Springer, 2013.
- [CI 4] Damien Gonzalez, Rémy Malgouyres, Henri-Alex Esbelin, and Chafik Samir. Fast Level-Wise Convolution. In *IWCIA*, volume 7655 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 223–233. Springer, 2012.
- [CI 5] Colin Cartade, Rémy Malgouyres, Christian Mercat, and Chafik Samir. A Simple and Flexible Mesh Parameterization Method. In *IWCIA*, volume 6636 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 157–167. Springer, 2011.
- [CI 6] Colin Cartade, Rémy Malgouyres, Christian Mercat, and Chafik Samir. Smooth 2D Coordinate Systems on Discrete Surfaces. In *DGCI*, volume 6607 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 59–70. Springer, 2011.
- [CI 7] Florent Brunet, Adrien Bartoli, Nassir Navab, and Rémy Malgouyres. Direct Image Registration without Region of Interest. In *VMV*, pages 323–330. Eurographics Association, 2010.
- [CI 8] Florent Brunet, Adrien Bartoli, Nassir Navab, and Rémy Malgouyres. Pixel-Based Hyperparameter Selection for Feature-Based Image Registration. In *VMV*, pages 33–40. Eurographics Association, 2010.
- [CI 9] Florent Brunet, Richard I. Hartley, Adrien Bartoli, Nassir Navab, and Rémy Malgouyres. Monocular Template-Based Reconstruction of Smooth and Inextensible Surfaces. In *ACCV (3)*, volume 6494 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 52–66. Springer, 2010.
- [CI 10] F. Brunet, A. Bartoli, R. Malgouyres, and N. Navab. NURBS Warps. In *Proceedings of the Twentieth British Machine Vision Conference*, London, UK, September 2009.
- [CI 11] F. Brunet, A. Bartoli, N. Navab, and R. Malgouyres. Ajustement automatique de surfaces paramétriques sur données de profondeur en présence d’un bruit hétérogène. In *Actes des journées COMPRESSION et REPRÉSENTATION DES SIGNAUX AUDIOVISUELS*, Mars 2009.
- [CI 12] F. Brunet, A. Bartoli, N. Navab, and R. Malgouyres. Découverte automatique de la région d’intérêt en recalage d’images direct. In *Actes du onzième congrès francophone des jeunes chercheurs en vision par ordinateur*, Juin 2009.
- [CI 13] Henri-Alex Esbelin and Rémy Malgouyres. Convergence of Binomial-Based Derivative Estimation for C^2 Noisy Discretized Curves. In *In Proceedings of Discrete Geometry for Computer Imagery, DGCI’09*, volume 5810 of *LNCS*, pages 57–66, 2009.
- [CI 14] Łukasz Piwowar and Rémy Malgouyres. Cached Multi-Bounce Solution An Reconstruction For Voxel-Based Global Illumination. In *In Proceedings of the 4th International Conference on Computer Graphics Theory and Application, GRAPP’09*, pages 173–178, 2009.
- [CI 15] Jean-Luc Toutant and Rémy Malgouyres. Characterization of Simple Closed Surfaces in \mathbb{Z}^3 : A New Proposition With a Graph-Theoretical Approach. In *In Proceedings of Discrete Geometry for Computer Imagery, DGCI’09*, volume 5810 of *LNCS*, 2009.
- [CI 16] Florent Brunet, Adrien Bartoli, Rémy Malgouyres, and Nassir Navab. L-Tangent Norm : A Low Computational Cost Criterion for Choosing Regularization Weights and its Use for Range Surface Reconstruction. In Stephan Gumhold, Jana Kosecka, and

- Olivier Staadt, editors, *3D Data Processing, Visualization and Transmission (3DPVT)*, 2008.
- [CI 17] S. Fourey and R. Malgouyres. Normals and Curvature Estimation for Digital Surfaces Based on Convolutions. In *Discrete Geometry for Computer Imagery, LNCS*, volume 4992, pages 287–298, 2008.
- [CI 18] R. Malgouyres, F. Brunet, and S. Fourey. Binomial Convolutions and Derivatives Estimation from Noisy Discretizations. In *Discrete Geometry for Computer Imagery, LNCS*, volume 4992, pages 370–379, 2008.
- [CI 19] R. Malgouyres and A.R. Francés. Deciding Whether a 3D Simplicial Complex Collapses to a Point is NP -complete. In *Discrete Geometry for Computer Imagery, LNCS*, volume 4992, pages 177–188, 2008.
- [CI 20] P. Chatelier and R. Malgouyres. A Fast Interpolation Method to Represent BRDF in Global Illumination. In *GRAPP*, pages 5–12, 2007.
- [CI 21] Thibault Marzais, Yan Gérard, and Rémy Malgouyres. The Challenges of Surface Reconstruction. In *Curves and Surfaces*, 2006.
- [CI 22] Thibault Marzais, Yan Gérard, and Rémy Malgouyres. LP fitting approach for reconstructing parametric surfaces from points clouds. In *GRAPP*, pages 325–330, 2006.
- [CI 23] Rita Zrour, Pierre Y. Chatelier, Fabien Feschet, and Rémy Malgouyres. Parallelization of a Discrete Radiosity Method. In *Euro-Par*, pages 740–750, 2006.
- [CI 24] Rita Zrour, Fabien Feschet, and Rémy Malgouyres. Parallelization of a Discrete Radiosity Method Using Scene Division. In *OTM Conferences (2)*, pages 1213–1222, 2006.
- [CI 25] P. Chatelier and R. Malgouyres. A Low Complexity Discrete Radiosity Method. In *Proceedings of DGCI 2005*, volume 3429 of *LNCS*, pages 392–403. Springer, 2005.
- [CI 26] J. Burguet and R. Malgouyres. Multi-scale Discrete Surfaces. In *Proceedings of DGCI'2002*, volume 2301 of *LNCS*, pages 338–349. Springer, 2002.
- [CI 27] R. Malgouyres. A Discrete Radiosity Method. In *Proceeding of DGCO'02*, volume 2301 of *LNCS*, pages 428–439. Springer, 2002.
- [CI 28] S. Fourey and R. Malgouyres. A linking number for discrete curves. In *proceedings of IWCIA'2000, Caen*, July 2000.
- [CI 29] R. Malgouyres. Computing the Fundamental Group in Digital Spaces. In *proceedings of IWCIA'2000, Caen*, July 2000.
- [CI 30] J. Burguet and R. Malgouyres. Strong Thinning, Polyhedrization of the surface of a Voxel Object. In *Proceedings of DGCI'00, Uppsala, Sweden*, volume 1953 of *LNCS*, pages 222–234. Springer, 2000.
- [CI 31] S. Fourey and R. Malgouyres. A Concise Characterization of 3D Simple Points. In *Proceedings of DGCI'2000, Uppsala, Sweden*, volume 1953 of *LNCS*, pages 27–36. Springer, 2000.
- [CI 32] S. Fourey and R. Malgouyres. Intersection Numbers, Topology Preservation within surfaces. In *Proceedings of IWPIPA'99, Madras, Inde*, January 1999.
- [CI 33] S. Fourey and R. Malgouyres. Intersection Number for paths lying on a Digital Surface, a new Jordan theorem. In *Proceedings of DGCI'99*, volume 1568 of *LNCS*, pages 104–117, 1999.
- [CI 34] R. Malgouyres. Presentation of the Fundamental Group in Digital Surfaces. In *Proceedings of DGCI'99*, volume 1568 of *LNCS*, pages 136–150. Springer, 1999.

- [CI 35] R. Malgouyres and S. Fourey. Strong Surfaces, Surface Skeletons and Images Superimposition. In *Vision Geometry VII*, SPIE proceedings series, pages 16–27, 1998.
- [CI 36] R. Malgouyres and A. Lenoir. Topology Preservation Within Digital Surfaces. In *Proceedings of Computer Graphics and Image Processing*, Machine GRAPHICS & VISION, pages 417–425, 1998.
- [CI 37] R. Malgouyres and G. Bertrand. Complete local characterization of strong 26-surfaces : continuous analogs for strong 26-surfaces. In *proceedings of IWPIA '97*, Hiroshima, September 1997.
- [CI 38] G. Bertrand and R. Malgouyres. A local property of strong surfaces. In R. A. Meller, A. Y. Wu, and L. J. Latecki, editors, *Vision Geometry VI*, volume 3168 of *SPIE proceedings series*, 1997.
- [CI 39] R. Malgouyres. Homotopy in 2-dimensional digital images. In *proceedings of DGCI'97*, volume 1347 of *LNCS*, pages 213–222, 1997.
- [CI 40] G. Bertrand and R. Malgouyres. Some topological properties of discrete surfaces. In *Proceedings of DGCI'96, Lyon*, volume 1176 of *LNCS*, pages 325–336, 1996.
- [CI 41] A. Lenoir, R. Malgouyres, and M. Revenu. Fast computation of the normal vector field of the surface of a 3D discrete object. In *Proceedings of DGCI'96, Lyon*, volume 1176 of *LNCS*, pages 101–112, 1996.
- [CI 42] R. Malgouyres. There is no local characterization of separating and thin objects in \mathbb{Z}^3 . In *Proceedings of DGCI'95*, Clermont-Ferrand, October 1995.
- [CI 43] R. Malgouyres. About Surfaces in \mathbb{Z}^3 . In *Proceedings of IWPIA '94*, University of Mariland, June 1994.

3 Valorisation, Conseil, Expertises

- Expertises scientifiques sur contrôles, rescrits et *JEI* Crédit Impôt Recherche (en 2012-2013).
- Conseil en développement sur le Rendu Réaliste de Scènes Urbaines pour l'architecture par Éclairage Global. Réalisation d'une étude et suivi de projet "amélioration des possibilités de rendu de *Twinmotion 3* avec éclairage global" pour la société *Ka-Ra*, 2013.
- Collaboration recherche en copropriété intellectuelle avec les sociétés *Veodis 3D* et *Limagrain* "détection et quantification de la fusariose du blé sur échantillons après récolte par traitement d'images", 2013.
- Collaboration et co-encadrement avec la société *Vesalis* d'un *CDD* innovation (financement Région Auvergne-*FEDER*) d'un an de Pierre Bourlet (2012-2013) sur la reconstruction 3D de visage humain.
- Conseil en Développement Logiciel pour l'Incubateur *BUSI* sur le projet *Kafemeeting* : Création d'une version bêta d'un logiciel de streaming vidéo temps réel multipoint (2011 et 2012).
- Conseil en développement sur le traitement d'images pour *Vending Automation* : segmentation de la végétation dans un champs de céréales (2011 et 2012).
- Contrat *LIMOS - Vending Automation* : conception d'un code correcteur d'erreur pour le code optique *AlphaCode* (2011).

4 Encadrement de stages de master, thèses

4.1 Stages de Master Recherche ou équivalents, CDD

1. *Stage de fin d'études de Master* de Nadine Ngoungoure Nsapngue, *Institut Africain d'Informatique*. Construction d'un modèle géométrique de l'épiderme dans des images de microscopie 3D de plantes.
2. *CDD d'Ingénieur de Recherche 2014-2015* de Geoffrey Giry (Coencadrement avec Henri Alex Esbelin) sur le thème : Développement des couches basses d'une librairie de Traitement du Signal Générique en C++.
3. *Stage de Master Recherche 2014* de Nabil Belaj (coencadrement avec Chafik Samir, MCF non HDR) sur le thème : Animation et morphing 3D de visages temps réel.
4. *Stage de Master Recherche 2011* de Hugang Wang (coencadrement avec Chafik Samir, MCF non HDR) sur le thème : Recherche de coordonnées de texture optimisées pour maillages de topologie non triviale.
5. *Stage de Master Recherche 2010* de Pierre Cartade (coencadrement avec Chafik Samir, MCF non HDR) sur le thème : Morphing par interpolation et extrapolation sur la variété des formes.
6. *Stage de Master Recherche 2009* de Colin Cartade (*ENS Lyon*) sur le thème : Débruitage à base de noyau binomial préalable à la résolution d'une équation différentielle.
7. *Stage de Master Recherche 2007* de M. Florent Brunet sur le thème : calcul de dérivées à partir d'un signal discret.
8. *Stage de Master Recherche 2005* de M. Fabien Tixier sur le thème : Une méthode de radiosité par patches de faible complexité.
9. *Stage de D.E.A. 2004* de M. Thibault Marzais (co-encadrement avec Yan Gérard, MCF non HDR   Clermont 1) sur le thème : Résolution d'un problème de meilleure approximation par des surfaces polynômiales via la programmation linéaire.
10. *Master thesis ("Magisterium", équivalent polonais du stage de DEA)* de M. Łukasz Piwowar, étudiant à l'université de Wrocław, Pologne, 2003, sur le thème : discrétisation adaptative et optimisation de la méthode de radiosité discrète.
11. *Master thesis ("Magisterium", équivalent polonais du stage de DEA)* de M. Marcin Wrzeszcz, étudiant à l'université de Wrocław, Pologne, 2002, sur le thème : Comparaison de la méthode de radiosité discrète avec des méthodes classiques, notamment l'hémicycle.
12. *Stage de D.E.A.* de M. Tony Gallon, Caen, 2000, sur le thème : Caractérisation algorithmique des objets 3D de groupe fondamental trivial.
13. *Stage de D.E.A.* de Mlle. Jasmine Burguet, Caen, 1999, sur le thème : squelettisation parallèle dans les surfaces discrètes.
14. *Stage de D.E.A.* de M. Sébastien Fourey, Caen, 1997, sur le thème : Homotopie, surfaces discrètes et squelettisation : une application en imagerie médicale.
15. *Stage de D.E.A.* de M. Luc Milotte, Clermont-Ferrand, 1995, sur un programme de visualisation de surfaces discrètes.

4.2 Thèses en cours

1. Encadrement à 100% du doctorant Cédric Charière-Fiedler. Recherche sur le thème : Calcul Scientifique Réparti et Fortement Vectorisé sur *GPU* par l'Analyse Numérique en Nombres Entiers. (début en octobre 2016)
2. Encadrement à 50% du doctorant Damien Gonzalez (début en janvier 2011, coencadrement avec Henri Alex Esbelin, MCF non HDR). Financement ANR Kidico. Recherche sur le thème : estimateurs différentiels discrets optimisés pour la segmentation à base de modèles voxels.
Thèse en cours de rédaction... depuis un certain temps.
3. Encadrement à 50% de la thèse de Colin Cartade (début en 2009, coencadrement avec Chafik Samir, MCF non HDR). Financement Ministère contingent normaliens. Thème : Paramétrisation conforme et calcul d'invariants géométriques sur les surfaces discrètes. Colin Cartade a pris un poste d'enseignant du Secondaire en 2012.
Ses résultats scientifiques méritent amplement une thèse.
Un mémoire digne de ce nom doit être finalisé pour programmer une soutenance.

4.3 Thèses soutenues

1. Co-encadrement du Doctorant Axel Poulet. Thèse sur le traitement d'images pour l'imagerie cellulaire et la génétique, en co-tutelle avec l'Université d'Oxford entre deux laboratoires de Biologie. Thèse soutenue le 6 juin 2016.
2. Encadrement à 10% de la thèse de Florent Brunet, soutenue en 2010, coencadrement avec Adrien Bartoli (CR non HDR au LASMEA, UBP et Nassir Navab (Professeur, TU München, Allemagne) (début en septembre 2007). Thèse cofinancée par la Région Auvergne et la *TU München*. Recherche sur le thème : Reconstruction robuste de surfaces et applications à la vision par endoscopie.
3. Encadrement à 100% de Łukasz Piwowar (début en septembre 2003, thèse soutenue en décembre 2010, durée conforme aux standards en Pologne, le doctorant étant non financé) inscrit à l'Université de Wrocław (Pologne). Thème : *reconstruction process and, adaptive light shooting for voxel-based global illumination*.
4. Encadrement à 50% (depuis septembre 2004) du doctorant Thibault Marzais (Moniteur à Clermont 1). Co-encadrement avec Yan Gérard (MCF non HDR à Clermont 1). Thèse soutenue le 4 décembre 2008. Titre : Reconstruction de surfaces paramétrées par LP-Fitting.
5. Encadrement à 40% (thèse débutée en octobre 2004 et soutenue en octobre 2007) de la doctorante Rita Zrour (titulaire d'une bourse Région Auvergne). Co-encadrement avec Fabien Feschet (MCF, HDR soutenue en janvier 2006). Titre : Parallélisation d'une méthode d'illumination globale par voxels
6. Encadrement à 100% (thèse débutée septembre 2003 et soutenue en décembre 2006) du doctorant Pierre-Yves Chatelier (Moniteur à Clermont 1). Titre : Une approche de la radiosité par voxels, application à la synthèse d'images.
7. Encadrement à 100% de la doctorante Jasmine Burguet, thèse commencée en septembre 1999 à Caen, s'étant poursuivie à Clermont-Ferrand suite à mon recrutement, et soutenue le 19 décembre 2002 devant l'Université de Caen réunie à Clermont-Ferrand. Titre : Surfaces discrètes multi-échelle, squelettisation, polyédrisation et opérations ensemblistes

sur les polyèdres. Après un post-doc INRIA à l'ENST, Jasmine Burguet a obtenu un poste de chargé de recherche à l'INRA.

8. Encadrement à 100% du doctorant Sébastien Fourey (thèse effectuée au GREYC, à Caen, thèse commencée en septembre 1997 soutenue en juillet 2000) sur le thème : Nombres d'intersection et d'enlacement de courbes et application à la caractérisation de la préservation de la topologie en imagerie. Après un post-doc à Philadelphie (U.S.A.), Sébastien Fourey est *Maître de Conférences* à l'ENSI de Caen depuis septembre 2001.
9. Participation (50% de 1995 à 1999) à l'encadrement du doctorant Alexandre Lenoir (GREYC, Caen, thèse commencée en septembre 1994 sous la direction de Mme Revenu, soutenue en septembre 1999) sur le thème : calcul d'invariants géométriques des surfaces discrètes. M. Lenoir est maintenant ingénieur de développement chez Business Object.

5 Activités en matière d'enseignement

5.1 Approche didactique et pédagogique originale

J'ai investi tout au long de ma carrière dans des enseignements très variés sur des matières très pratiques. J'ai peu à peu défini et amélioré, au cours de cet investissement conséquent, une approche didactique et pédagogique, qui semble aujourd'hui plébiscitée par les étudiants, et qui suit les principes suivant :

1. Utilisation de *Latex* avec des macros permettant l'inclusion simple systématique de code source avec une bonne coloration syntaxique, avec ou sans illustration (capture d'écran) ;
2. Focalisation, dans le cadre de la formation initiale, sur des contenus pérennes, privilégiant la formation conceptuelle valable tout au long de la vie des apprenants. Par exemple, sur du développement *Web*, plutôt que de faire pratiquer un *framework*, l'étudiant réalisera un projet comprenant le développement d'architectures classiquement utilisées dans les *framework*, avec un respect des standards (*PSR*, etc.).
3. Approche didactique constructiviste : les technologies sont développées progressivement en partant des fondements, en illustrant systématiquement des exemples illustrés pour chaque idée élémentaire. Par exemple, sur du développement *Web*, les différents éléments de l'architecture sont expliquée progressivement dans les premiers chapitres, avant d'être intégrés *verbatim* dans l'architecture étudiée dans les derniers chapitres.
4. Mise en évidence dans les *TP* du processus de développement graduel et de la gestion de projet (développement successif des *packages* métier, vue, persistance, puis de l'architecture, etc.), en suivant au fur et à mesure le développement constructiviste du cours.
5. Forte autonomie des étudiants en *TP* et projet en s'appuyant sur des supports détaillés et bien organisés.

Les supports sont accessibles sur <http://www.malgouyres.org> et sont référencés dans ma liste de publications, soit sous forme d'ouvrages publiés, soit sous forme de diffusion libre.

5.2 Synthèse des principaux enseignements

Intitulé	public	date début	date fin
Infographie 3D (<i>OpenGL, GLSL</i>)	<i>ISIMA</i> 3ème année, Filière <i>Génie Log.</i>	2015	en cours
Programmation Web côté serveur en <i>PHP</i>	<i>IUT</i> Info 2ème année	2014	en cours
Documents et Interfaces (<i>HTML5</i> et <i>CSS3</i>)	<i>IUT</i> Info 1ère année	2013	en cours
Conception Orientée Objet (<i>UML</i> et <i>C#</i>)	<i>IUT</i> Info 1ère année	2014	en cours
Analyse et Méthode Numériques (<i>TPs</i> sous <i>Scilab</i>)	<i>IUT</i> Info 1ère année	2015	2015
Programmation Web côté client <i>JS</i> et <i>API Restful</i>	<i>IUT</i> Info 2ème année	2012	en cours
Interfaces Homme-Machine <i>WPF</i> et <i>XAML</i>	<i>IUT</i> 1ère année	2014	2015
Programmation Web en <i>PHP/HTML/CSS</i>	<i>IUT</i> Info 1ère année	2011	2013
Administration réseau sous linux	<i>IUT</i> Licence pro Info	2008	2013
Programmation Système et Réseaux	<i>IUT</i> Info 1ère et 2ème année	2006	2013
Technologie Objet en <i>Java</i> (<i>design patterns</i> ,...)	<i>IUT</i> Info 1ère année	2009	2012
Infographie 3D (<i>OpenGL, GLSL</i> et <i>JOGL</i>)	Master 1 informatique	2008	en cours
Synthèse d'images et Modélisation	Master Recherche informatique	2003	en cours
Mathématiques pour poursuite d'études	<i>IUT</i> Info 2ème année (option)	2006	2008
Algorithmique et programmation en <i>C</i>	<i>IUT</i> Info 1ère année	2004	2008
Algorithmes pour la synthèse d'images	<i>IUT</i> Imagerie Numérique	2000	2004
Mathématiques pour la synthèse d'images	<i>IUT</i> Imagerie Numérique	2000	2004
Imagerie et Vision	<i>LP</i> Informatique embarquée	2005	2008
Programmation Objet en <i>C++</i>	<i>ENSI</i> de Caen 1ère et 2ème année	1996	2000
Algorithmique et programmation en <i>C</i>	<i>ENSI</i> de Caen 1ère année	1995	2008
Algorithmique avancée et ordonnancement	<i>ENSI</i> de Caen 2ème année	1997	2000
Synthèse d'images	<i>ENSI</i> de Caen 3ème année	1998	2000
Géométrie discrète pour traitement d'images	<i>DEA</i> Informatique Caen	1999	2000

5.3 Détail des enseignements par année

5.3.1 En poste département informatique de l'IUT de Clermont-Ferrand

2016-2017

- TP d'Infographie 3D, Modèles, algorithmes, programmation en *C++* avec *OpenGL, GLSL, SDL2, ASSIMP* (20HETD).
- Cours de synthèse d'images M2-recherche de 10 heures (15 HETD).
- TD et TP d'Analyse et Méthodes Numériques (avec *TP* sous *Scilab*) en 1ère année de DUT Informatique (36HETD).
- Cours et TP de Programmation Web côté client : Javascript, Design Patterns, JQuery, requêtes asynchrones, API Rest. (42HETD)
- Cours (6H de CM), TD et TP de Programmation Web Côté Serveur : PHP, PDO, Conception Objet, Design Patterns (dont MVC).

2015-2016

- TP d'Infographie 3D, Modèles, algorithmes, programmation en *C++* avec *OpenGL, GLSL, SDL2, ASSIMP* (20HETD).
- TD et TP d'Analyse et Méthodes Numériques (avec *TP* sous *Scilab*) en 1ère année de DUT Informatique (36HETD).
- TD et TP de Conception Orientée Objet avec *UML* et Programmation Visual Studio en *C#* en 1ère année de DUT Informatique (60HETD).
- Cours et TP de Programmation Web côté client : Javascript, Design Patterns, JQuery, requêtes asynchrones, API Rest. (42HETD)
- Cours (6H de CM), TD et TP de Programmation Web Côté Serveur : PHP, PDO, Conception Objet, Design Patterns (dont MVC).

2014-2015

- TD et TP d'introduction aux Interfaces Homme Machine avec WPF (XAML) en 1ère année de DUT Informatique (36HETD).
- TD et TP de Conception Orientée Objet avec *UML* et Programmation Visual Studio en *C#* en 1ère année de DUT Informatique (60HETD).
- Cours et TP de Programmation Web côté client : Javascript, Design Patterns, JQuery, requêtes asynchrones, canvas HTML5. (42HETD)
- Cours (6H de CM), TD et TP de Programmation Web Côté Serveur : PHP, PDO, Conception Objet, Design Patterns (dont MVC).

2013-2014

- TD et TP d'introduction aux Interfaces Homme Machine avec WPF (XAML) en 1ère année de DUT Informatique (36HETD).
- TD et TP de Conception Orientée Objet avec *UML* et Programmation Visual Studio en *C#* en 1ère année de DUT Informatique (60HETD).
- Cours et TP de Programmation Web côté client : Javascript, JQuery, requêtes asynchrones, canvas HTML5. (42HETD)
- TP d'administration réseau sous linux en licence professionnelle informatique (SIL) (14HETD)
- Cours et TP de Programmation Système et Réseaux en deuxième année du DUT Informatique (56HETD).
- Cours d'Infographie 3D en *M1* mention *STIC* Université Blaise Pascal (20HETD)
- Cours de synthèse d'images M2-recherche de 10 heures (15 HETD).

2012-2013

- Cours et TP de Programmation Web côté client : Javascript, JQuery, requêtes asynchrones, canvas HTML5. (42HETD)
- Cours et TP de Programmation Web côté serveur : HTML5/CSS/PHP/MySql en première année de DUT Informatique (60HETD).
- TP d'administration réseau sous linux en licence professionnelle informatique (SIL) (14HETD)
- Cours et TP de Programmation Système et Réseaux en deuxième année du DUT Informatique (56HETD).
- Cours d'Infographie 3D en *M1* mention *STIC* Université Blaise Pascal (40HETD)
- Cours de synthèse d'images M2-recherche de 10 heures (15 HETD).

2011-2012

- Cours et TP de Programmation Web : XHTML 1.0/CSS/PHP/MySql en première année de DUT Informatique (60HETD).
- TP de Technologie Objet en Java et Réutilisation Java en 2ème année de DUT Informatique (56HETD)
- TP d'administration réseau sous linux en licence professionnelle informatique (SIL) (28HETD)
- Cours et TP de Programmation Système et Réseaux en première année du DUT Informatique (28HETD).
- Cours d'Infographie 3D en *M1* mention *STIC* cohabilité Clermont 1-Clermont 2 (20 HETD)
- Cours de synthèse d'images M2-recherche de 10 heures (15 HETD).

2010-2011

- TP de Technologie Objet en Java et Réutilisation Java en 2ème année de DUT Informatique (56HETD)

- TP d'administration réseau sous linux en licence professionnelle informatique (SIL) (28HETD)
- Cours et TP de Programmation Système et Réseaux en deuxième année du DUT Informatique (42HETD).
- Cours et TP de Programmation Système et Réseaux en première année du DUT Informatique (28HETD).
- Cours d'Infographie 3D en M1 mention *STIC* cohabilité Clermont 1-Clermont 2 (20HETD)
- Cours de synthèse d'images M2-recherche de 10 heures (15 HETD).

2009-2010

- TP d'administration réseau sous linux en licence professionnelle informatique (SIL) (28HETD)
- Cours et TP de Programmation Système et Réseaux en deuxième année du DUT Informatique (42HETD).
- Cours d'Infographie 3D en M1 mention *STIC* cohabilité Clermont 1-Clermont 2 (20HETD)
- Cours de synthèse d'images M2-recherche de 10 heures (15 HETD).

2008-2009

- Obtention d'un an de Congé pour Recherche (*CRCT*).
- TP d'administration réseau sous linux en licence professionnelle informatique (SIL) (28HETD)
- Cours et TP de Programmation Système et Réseaux en deuxième année du DUT Informatique (42HETD).
- **Création** d'un cours d'Infographie 3D en M1 mention *STIC* cohabilité Clermont 1-Clermont 2 (20HETD)
- Cours de synthèse d'images M2-recherche de 13 heures (19,5 HETD).

2007-2008

- **Création** de TP d'administration réseau sous linux en licence professionnelle informatique (SIL) (28HETD)
Rédaction d'un polycopié et des sujets de TP.
- **Création** d'un cours et TP de Programmation Système de première année du DUT Informatique (42HETD). Rédaction d'un polycopié et des sujets de TP.
- Cours et TP de Programmation Système et Réseaux en deuxième année du DUT Informatique (42HETD).
- Cours optionnel de mathématiques pour poursuite d'études en deuxième année de DUT Informatique (28HETD)
- Cours de synthèse d'images commun aux M2-recherche et M2-pro d'école d'ingénieur (ISIMA) de 13 heures (19,5 HETD).
- Cours-TD-TP d'imagerie et vision en licence professionnelle informatique embraquée et robotique (28HETD)

2006-2007

- **Création** d'un cours et TP de Programmation Système et Réseaux en deuxième année du DUT Informatique (42HETD).
Rédaction d'un polycopié et des sujets de TP.
- **Création** d'un cours optionnel de mathématiques pour poursuite d'études en deuxième année de DUT Informatique (28HETD).
Rédaction d'un polycopié.

- Cours-TD-TP d’algorithmique, programmation, structures de données en *C* en première années de DUT informatique (112HETD).
- Cours de synthèse d’images commun aux M2-recherche et M2-pro d’école d’ingénieur (ISIMA) de 13 heures (19,5 HETD).
- Cours-TD-TP d’imagerie et vision en licence professionnelle informatique embraquée et robotique (28HETD)
- Maître de stage en laboratoire d’un stagiaire de 3ème ingénieur (6 mois) de deux étudiants d’IUT, et d’un magistérien de l’ENS Lyon.

2005-2006

- Cours-TD-TP d’algorithmique, programmation, structures de données en *C* en première année de DUT informatique.(126 heures par étudiant, 1 groupe de TD et 2 groupes de TP) (154 HETD)
- Cours de synthèse d’images commun aux M2-recherche et M2-pro d’école d’ingénieur (ISIMA) de 14 heures (19,5 HETD).
- **Création** de cours-TD-TP d’imagerie et vision en licence professionnelle informatique embraquée et robotique (28HETD)
Rédaction d’un nouveau polycopié et de TPs d’openGL et de vision.
- Maître de stage de Thibault Langendof, 2ème année d’Ecole d’Ingénieur.

2004-2005

- **Création** de cours-TD-TP d’algorithmique, programmation, structures de données en *C* en première année de DUT informatique.(126 heures par étudiant, 1 groupe de TD et 2 groupes de TP) (168HETD)
Rédaction d’un nouveau polycopié.
- Encadrement de projets au département informatique options *GI et SI* de l’IUT de Clermont-Ferrand (25HETD).
- Cours de synthèse d’images commun DEA imagerie et 3ème année d’école d’ingénieur (ISIMA) de 13 heures (19,5 HETD).
- Maître de stage en laboratoire de deux étudiants d’IUT.

5.3.2 Au département Imagerie du Puy en Velay

2003-2004

- TP de bibliothèque graphique openGL (36 heures par étudiant, 24 HETD).
- **Création d’un cours** de géométrie 3D, courbes et surfaces en Licence professionnelle d’imagerie (12HETD).
- Cours de synthèse d’images commun DEA imagerie et 3ème année d’école d’ingénieur (ISIMA) de 13 heures (19,5 HETD).
- COURS-TD-TP d’algorithmes pour la synthèse d’images et l’animation 3D au département informatique option *Imagerie Numérique* de l’IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay (90 heures par étudiants, 81 HETD).
- COURS-TD-TP de Mathématiques pour la modélisation géométrique pour la synthèse d’images au département informatique option *Imagerie Numérique* de l’IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay (60 heures par étudiants, 54 HETD).
- Encadrement de projets et stages au département informatique option *Imagerie Numérique* de l’IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay (21 HETD).
- Maître de stage en laboratoire de deux étudiants d’IUT.

2002-2003

- **Création d'un cours** de synthèse d'images commun DEA imagerie et 3ème année d'école d'ingénieur (ISIMA) de 18 heures.
- COURS-TD-TP d'algorithmes pour la synthèse d'images et l'animation 3D au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay (120 heures par étudiants).
- COURS-TD-TP de Mathématiques pour la modélisation géométrique pour la synthèse d'images au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay (60 heures par étudiants).
- Encadrement de projets et stages au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay.

2001-2002

- COURS-TD-TP d'algorithmes pour la synthèse d'images et l'animation 3D au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay (120 heures par étudiants).
- **Création** de COURS-TD-TP de Mathématiques pour la modélisation géométrique pour la synthèse d'images au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay (60 heures par étudiants). Cet enseignement n'est pas standard au niveau bac+2. Ici, j'ai ajouté des chapitres au polycopié qui sert de base à mon livre sur la synthèse d'images.
- Encadrement de projets et stages au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay.

2000-2001

- **Création** de COURS-TD-TP d'algorithmes pour la synthèse d'images et l'animation 3D au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay (120 heures par étudiants). Cet enseignement n'est pas standard au niveau bac+2. C'est ici que j'ai commencé à rédiger le polycopié qui sert de base à mon livre sur la synthèse d'images.
- TP de bases de données et internet au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay.
- TP de système d'exploitation UNIX au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay.
- **Création** de COURS-TP de programmation sous windows (Visual C++) au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay.
- Encadrement de projets et stages au département informatique option *Imagerie Numérique* de l'IUT de Clermont-Ferrand, antenne du Puy en Velay.

5.3.3 Maître de Conférences à L'ENSI de Caen

1999-2000

- Cours de synthèse d'images en troisième année filière *Génie Informatique* de l'ISMRA, ENSI de Caen (10h de cours).
- **Création** de TP de synthèse d'images : réalisation d'un modéleur sous *Visual C++* en utilisant MFC, en troisième année filière *Génie Informatique* de l'ISMRA, ENSI de Caen (10h de TP).

- Cours/TD d'ordonnancement en deuxième année filière *Génie Informatique* de l'ISMRA, ENSI de Caen (12h de cours, 12h de TD).
- **Création** d'un cours de DEA de Géométrie Discrète en Imagerie, commun aux *options Image et Algorithmique du DEA* d'Intelligence Artificielle et Algorithmique de l'Université de Caen (10h de cours).
- T.D.-T.P. intégrés d'algorithmique et programmation orientée objet pour l'ingénieur, en C++, en 2ème année, filière *Génie Informatique* à l'ISMRA, ENSI de Caen (72 heures équivalent TD).
- T.D.-T.P. intégrés d'introduction à la programmation orientée objet pour l'ingénieur, en C++, en 1ère année, filière *Génie Informatique* à l'ISMRA, ENSI de Caen (40 heures équivalent TD).
- T.D.-T.P. intégrés d'algorithmique et informatique pour l'ingénieur programmation en C, en 2ème année à l'ISMRA, ENSI de Caen (36 heures équivalent TD).

1998-1999

- **Création** d'un cours de synthèse d'images en troisième année filière *Génie Informatique* de l'ISMRA, ENSI de Caen (10h de cours).
- **Création** d'un Cours/TD d'ordonnancement en deuxième année filière *Génie Informatique* de l'ISMRA, ENSI de Caen (12h de cours, 12h de TD).
- T.D.-T.P. intégrés d'introduction à la programmation orientée objet pour l'ingénieur, en C++, en 1ère année, filière *Génie Informatique* à l'ISMRA, ENSI de Caen.
- T.D.-T.P. intégrés d'algorithmique et programmation orientée objet pour l'ingénieur, en C++, en 2ème année, filière *Génie Informatique* à l'ISMRA, ENSI de Caen.

De 1995-1998

- T.D.-T.P. intégrés d'algorithmique et informatique pour l'ingénieur, programmation en C, en 1ère année à l'ISMRA, ENSI de Caen.
- T.D.-T.P. intégrés d'algorithmique et informatique pour l'ingénieur programmation en C, en 2ème année à l'ISMRA, ENSI de Caen.
- T.D.-T.P. intégrés d'introduction à la programmation orientée objet pour l'ingénieur, en C++, en 1ère année, filière *Génie Informatique* à l'ISMRA, ENSI de Caen.
- T.D.-T.P. intégrés d'algorithmique et programmation orientée objet pour l'ingénieur, en C++, en 2ème année, filière *Génie Informatique* à l'ISMRA, ENSI de Caen.
- Intervention au D.E.A. d'Informatique double sceau Clermont I et Clermont II (3,5h de cours).

5.3.4 Contractuel avant 1995

Monitorat et ATER

- Mathématiques en DEUG de chimie.
- Mathématiques en IUP gestion.
- bureautique en DUT GEA.
- Intervention au DEA d'informatique de Clermont-Ferrand.
- Algorithmique et structures de données en Pascal en DUT dépt informatique.
- École d'été à l'*INIMA* de TIRANA, (Albanie), 12-19 septembre 1993. Cours du *CIMPA* Mathématiques et Informatique. (10 heures de conférences).

6 Responsabilités et charges collectives

Note Importante.

En raison de la priorité absolue que je donne depuis quelques temps à mon principal projet de recherche Pluridisciplinaire en Rupture (voir la partie 9), développé sans aucun soutien, je refuse depuis un certain temps systématiquement les sollicitations pour des expertises, thèses ou tâches collectives.

6.1 Responsabilités scientifiques et rayonnement

6.1.1 Projets ANR

- Responsable Scientifique pour le pôle financier de Clermont-Ferrand du projet ANR blanc KIDICO arrivant à échéance en 2015.
- Participation à l'ANR GeoDib ;

6.1.2 Expertises, Sociétés Savantes

- Membre du Comité d'évaluation des pré-propositions (*CEP* "Grands Défis Sociétaux") de l'ANR en 2015.
- Membre du jury de la prime d'excellence scientifique de l'Institut *INS2I* du CNRS en 2013.
- Membre du jury du prix de thèse Gilles Khan/*SPECIF* en 2011 et 2012.
- Membre du comité de programme des congrès *DGCI* (Discrete Geometry for Computer Imagery) de 1995 à 2016.
- Membre du comité de programme des congrès *ICISP 2008* (International Conference on Image and Signal Processing) et *ICISP* de 2010 à 2016.
- Membre de l'Académie Royale d'Uppsala (Suède) depuis 2012.
- Président de l'Association pour la promotion de la logique et de l'informatique théorique (*PROLIFT*) de 2000 à 2005.

6.1.3 Animation scientifique

- Responsable du groupe de travail sur la géométrie discrète du *GDR Informatique Mathématique (IM)* depuis sa création en 2006 jusqu'en 2010. Epaulé dans cette tâche par Yan Gérard (MCF, Clermont 1). Site web du GT : <http://www.greyc.ensicaen.fr/GTGeoDis/>
- Responsable en 2003-2004 d'une action spécifique du CNRS portant sur la géométrie discrète et la géométrie algorithmique.
- Initiateur des "Journées de Géométrie Algorithmique et Discrète", puis des "Journées Informatiques et Géométrie", qui sont maintenant coorganisées par les trois groupes de travail de géométrie discrète, géométrie algorithmique et modélisation géométrique du *GDR IM*.
- Membre du comité de programme du congrès *IWCIA'09* (International Workshop on Combinatorial Image Analysis) en 2009.
- Organisateur d'une session de *ROADEF'2008* à Clermont-Ferrand.
- Co-organisateur (avec Olivier Devillers *INRIA* Sophia-Antipolis et Marc Neveu, Univ. Bourgogne) des journées "informatique et géométrie" se tenant à Nice les 14-15 juin 2007.

- Membre du comité d’experts en géométrie discrète et géométrie algorithmique chargé de coordonner les actions pour le *CNRS* (doté de 9000 euros en 2005).
- Co-organisateur (avec M. Couprie, Univ. Marne-la-Vallée) de journées ”informatique et géométrie” s’étant tenues les 13-14 octobre 2005 à l’*IHP* (Paris) ayant rassemblé plus de 50 participants.
- Responsable du séminaire hebdomadaire du *LAIC* en 2002-2003.
- Membre du comité de programme et du comité d’organisation du congrès *Denis Richard 60th Birthday Conference* (50 participants), Clermont-Ferrand, 16-17 mai 2002.
- Membre du comité de programme du congrès *IWCIA’01*, Philadelphie (*USA*) en Août 2001.
- Responsable scientifique et responsable de l’organisation du congrès international *IWCIA’2000* qui s’est à Caen les 10-11 juillet 2000 (précédentes éditions en Inde, au Japon, en France, aux *USA*).
- Participation à l’organisation et à l’animation du groupe de travail de géométrie discrète se tenant régulièrement à Paris, à Lyon ou à Clermont-Ferrand de 2000 à 2002.

6.1.4 Jurys de thèses et *HDR*, Expertises

1. 1 expertise pour le Marshal Fund New Zealand (2004) ;
2. Diverses expertises *ANR*.
3. Rapporteur sur plusieurs articles par an soumis dans des congrès ou revues.

Rapporteur sur 4 *HDR* et 16 thèses, membre (éventuellement président) du jury de 4 thèses, 1 *HDR*, examinateur d’une thèse (sans compter mes propres doctorants).

1. Président en 2016 de la thèse d’Axel Poulet, spécialité *Physiologie et Génétique*, (Université Blaise Pascal et d’*Oxford Bridge*).
2. Rapporteur en 2014 sur la thèse de Dimitri Ouatarra (Université de Poitiers) et Louis Cuel (Université de Grenoble).
3. Rapporteur en 2012 sur la thèse de Frédéric Rieux (Université Montpellier III)
4. Membre du jury de thèse 2011 de Mahdi Zouaoui (Université de Strasbourg).
5. Président du jury de thèse 2011 de Loic Mazo (Université de Strasbourg).
6. Membre du jury de l’*HDR* 2010 de Christian Mercat (Univ. Montpellier 2).
7. Rapporteur en 2009 sur la thèse d’Émilie Charrier (Université Paris Est)
8. Rapporteur en 2008-2009 sur l’*HDR* de Christophe Fiorio (Univ. Montpellier 2).
9. Rapporteur en 2007-2008 sur la thèse de François de Vieilleville (Univ. Bordeaux 1) et Jean-Luc Toutant (Univ. Montpellier 2).
10. Rapporteur en 2006-2007 sur la thèse de Carinne Grasset-Simon (Univ. Poitiers). Membre du jury de la thèse de Benjamin Albouy (Univ. Orleans), Bertrand Nouvel (ENS Lyon).
11. Rapporteur en 2005-2006 sur l’*HDR* soutenue en janvier 2006 de Fabien Feschet, et sur la thèse de Samuel Peltier (Univ. Poitiers).
12. Rapporteur en 2004-2005 sur la thèse de S. Alayrangues (Univ. Bordeaux 1), sur la thèse de X. Daragon (Univ. Marne la Vallée).
13. Rapporteur en 2003-2004 sur l’*HDR* de M. Couprie (Univ. Marne-la-Vallée), et sur l’*HDR* de L. Tougne (Université Lyon 2).

14. Rapporteur en 2002-2003 sur la thèse de G. de Dietrich (Univ. Bordeaux 1)
15. Rapporteur en 2001-2002 sur les thèses de A. Łukaszewski (Univ. Wroclaw, Pologne), de C. Lohou (Univ. Marne la Vallée), et de P. Desbarats (Univ. Bordeaux 1). Président du Jury de thèse de L. Buzer (Univ. Clermont 1).

6.1.5 Direction Scientifique

1. Co-responsable (avec Alain Quillot) de l'Axe 1 : Modèles et Algorithmes de l'Aide à la Décision du LIMOS (UMR 6158 CNRS) à compter de janvier 2012. Cet axe, noté A+ lors de l'évaluation ayant eu lieu en 2011, rassemble (au jour de la dernière évaluation) 32 permanents (8 PR, 6 MCF HDR, 15 MCF, 1 chaire mixte, 2 CR), 6 associés, 32 doctorants dont 18 en co-encadrement extérieur ou en co-tutelle.
2. Responsable du laboratoire LAIC, EA 2146 de mai 2006 à août 2010. Le LAIC (Laboratoire d'Algorithmique et d'Image de Clermont-Ferrand, EA2146) est un laboratoire comptant 16 permanents et 8 doctorants, avec un groupe imagerie et un groupe informatique théorique. La LAIC n'a pas demandé son renouvellement pour le projet quinquennal débutant en 2012, pour lequel j'ai pris de nouvelles responsabilités dans le LIMOS.
3. Co-responsable (avec Alain Quillot, LIMOS) du volet Informatique et Télécommunications pour les Services et l'Industrie du Contrat de Projet Etat Région Auvergne.
4. Responsable du thème *géométrie discrète* de l'équipe *Image* du GREYC (laboratoire CNRS UPRESA 6072, ISMRA, Université de Caen), jusqu'en septembre 2000.

6.2 Responsabilités administratives et pédagogiques

1. Président de la commission ATER sur le secteur Sciences et Technologies de l'Université d'Auvergne de 2008 à 2011. (commission chargée d'étudier les dossiers de candidats ATER et d'effectuer les recrutements sous couvert du Conseil Scientifique).
2. Membre de 2 comités de sélection MCF et PR 27 de l'Université d'Auvergne en 2009. Membre de comités de sélection en qualité d'extérieur à Chambéry (2010), Montpellier (2012) et Nancy (2012). Membre du Comité de Sélection de la Chaire d'Excellence 2013 de l'Université d'Auvergne sur la Confiance Numérique.
3. Président en 2008 des trois comités de sélection 27 de l'Université d'Auvergne.
4. Président en 2007 et auparavant Premier Vice-Président depuis 2001 de la commission de spécialistes 27ème section de l'Université d'Auvergne, jusqu'à la dissolution de ladite commission lors du passage à la LRU.
5. Président de la commission de spécialistes 25-26ème section de l'Université d'Auvergne depuis 2001, jusqu'à la dissolution de ladite commission lors du passage à la LRU.
6. Membre du Conseil Scientifique de l'Université D'auvergne de 2004 à fin 2010. Membre de la sous-commission chargée de définir les objectifs de l'établissement dans le cadre de la *LOLF*, ainsi que de la sous-commission post-doc, et du comité *HDR SPI*.
7. Implication la conception des maquettes de master co-habilité Clermont 1-Clermont 2.
8. De 2005 à 2013, membre de rang *A* du conseil de direction du département informatique de l'*IUT* de Clermont-Ferrand comprenant deux options de *DUT*, et deux *LP* avec 250 étudiants.

9. De 2004 à 2006, médiateur d'un groupe de *TD* de première année (charge comprenant la médiation et la rencontre individuelle des étudiants à la fin des bilans toutes les 8 semaines).
10. Membre (suppléant) de la commission de spécialistes, Collège B,
11. Organisation des projets d'informatique de 2ème année d'école d'ingénieurs en 1997-98, 1998-99, 1999-2000 à l'*ISMRA*, *ENSI* de Caen.

Bilan des recherches et projet

7 Bilan d'activité de recherche : un parcours atypique

7.1 Accumulation de connaissances et d'expériences

7.1.1 Formation en Mathématiques Pures, puis MCF 27 en ENSI

J'ai bénéficié d'une formation initiale en Mathématiques pures à l'ENS de Lyon, au cours de laquelle je me suis intéressé, on peut dire avec passion, au travers de mes cours ou de mes lectures, à des aspects très divers des Mathématiques, de l'Analyse Fonctionnelle à la Géométrie Différentielle et à la Topologie, en passant par la théorie des Catégories et les Propriétés Universelles, ou encore les Systèmes Dynamiques ergodiques, la théorie géométrique des groupes en lien avec les Espaces Hyperboliques etc.

J'ai pris un tournant vers l'Informatique en cours de thèse, pour finalement étudier la topologie en nombres entiers. J'ai aussi réappris la programmation à laquelle j'avais été initié en licence. Ce changement de cap fût le résultat d'un choix positif, de m'appuyer sur mes bases solides en Mathématiques pour contribuer au développement de la révolution Scientifique et Technologique qui était en train de naître.

7.1.2 Apprentissage systématique de l'Informatique pratique

Parallèlement à ce travail Théorique sur les objets géométriques apparaissant dans les images discrètes, j'ai entrepris, notamment au travers de mon activité d'enseignement, un apprentissage systématique des bases de l'Informatique pratique. Commenant, à l'ENSI de Caen, par les méthodes de base en programmation (algorithmes et programmation, avec publication ultérieure d'un ouvrage, programmation objet), puis les modèles et algorithmes pour la synthèse d'image (publication d'un ouvrage). Enfin, au Département Informatique de l'IUT, j'ai abordé, jusqu'à aujourd'hui, des enseignements sur un vaste panel de concepts pratiques à visée professionnelle (voir détail du CV).

7.2 Topologie Digitale

7.2.1 Principales contributions

Travaillant d'abord sur la Topologie Digitale (refondation de la Topologie avec des entiers dans les grilles discrètes régulières), j'ai publié plusieurs articles de revues dans ce domaine jusqu'à l'obtention de mon *Habilitation à diriger des Recherches*, et un peu au-delà. J'ai surtout travaillé sur la notion de *surface discrète* comme partie de \mathbb{Z}^3 ([RI 20], [RI 19], [RI 18], [RI 15], [RI 17], [RI 16]) et sur les notions d'homotopie ([CI 36], [RI 13], [RI 11], [RI 12]) de calculs du groupe fondamental dans les espaces discrets (dans le but d'obtenir des présentations finies de ces groupes) et sur la préservation de la topologie ([RI 8]) (en lien avec des opérateurs de traitement d'images tels que la squelettisation). Un travail original a consisté à étudier la topologie à l'intérieur des surfaces discrètes formées de surfels ([CI 36], [CI 33], [CI 34], [CI 32], [CI 30], [RI 9], [RI 7]).

7.2.2 Diversité thématique : Complexité, Machines RAM, Logspace

J'ai établi des liens entre la topologie digitale et la complexité algorithmique. Dans un long article dans la revue *TCS* ([RI 10]), nous explorons la complexité algorithmique de problèmes classiques de topologie digitale $2D$ (notamment un résultat positif, inédit à l'époque, d'un algorithme effectif *Logspace* efficace aussi en temps). J'ai montré ([CI 19]) avec A. Francès (Univ. Zaragoza) un résultat d' NP -complétude sur la décision de réduction par collapse d'un complexe simplicial.

8 Professeur à l'Université d'Auvergne (avant la fusion)

L'*IUT* de Clermont-Ferrand est une composante dont les Enseignant-Chercheurs relèvent principalement des disciplines du secteur des *SPI*, mais qui était, à ce titre et jusqu'à la formation de l'Université Clermont Auvergne, enclavée dans l'Université d'Auvergne. En effet, tant les Écoles d'Ingénieurs, que l'*UFR* Sciences et Technologies faisaient partie de l'Université Blaise Pascal. Cette particularité locale a eu un effet important sur le cours de ma carrière, notamment par :

- Grosses difficultés pour recruter des doctorants dans les premières années, suite à ma nomination comme *PR* et, d'une manière générale, éloignement des étudiants potentiellement intéressés par la Recherche.
- Complexité de la politique locale et relations tendues sur la question des recrutements, les Commissions de Spécialistes, notamment en 27, étant principalement composées de non publiants.
- Contexte diplomatique délicat entre politique d'établissement et structuration des grands secteurs scientifiques sur le site.

Pendant les premières années à l'*IUT*, j'ai peu à peu cumulé des responsabilités administratives (dans les commissions de spécialistes) et scientifiques (direction de l'Unité de Recherche *LAIC*, membre du Conseil Scientifique, etc.). Dans le contexte de la *LRU*, la politique scientifique soutenue par mon Université, qui consistait en un rapprochement des chercheurs en Mathématiques et Informatique de Chercheurs d'autres disciplines à la Faculté de Médecine, était inconciliable avec ma conception de la structuration scientifique de long terme du site de Clermont-Ferrand, selon laquelle ces chercheurs devaient plutôt se rapprocher des chercheurs du secteur des *SPI* dans les *UMR* ayant pour tutelle principale l'Université Blaise Pascal, ainsi qu'avec mes aspirations de Chercheur, ou encore ma conception du travail pluridisciplinaire. Sans attitude négative, j'ai décidé d'émigrer, à titre strictement individuel, au laboratoire *LIMOS*, *UMR 6158*, me trouvant séparé de collègues que je cotoyais auparavant régulièrement au sein du laboratoire *LAIC*. Cette situation a, pendant près de cinq ans, provoqué un isolement presque total au niveau des institutions de l'Université d'Auvergne, et la fin de la plupart de mes responsabilités collectives locales. J'ai mis à profit ce temps pour retrouver un contact plus profond avec les fondamentaux du métier que sont l'Enseignement et la Recherche. Je tire de cette période, qui a été plutôt pénible sur le plan relationnel, un bilan clairement positif, au moment où je retrouve certains collègues, anciens du *LAIC*, dans le contexte de la fusion des Universités Clermontoises, alors que mes projets de Recherche personnels montent en puissance.

8.1 Diversité thématique : Éclairement Global

Mon arrivée à l'*IUT* de Clermont-Ferrand en 2000 a coïncidé avec mon premier travail de Recherche sur l'Informatique Graphique, avec la publication en 2002 d'une méthode d'Éclai-

rement Global par Voxels. La méthode consistait à discrétiser la scène (maillages, surfaces implicites, surfaces paramétriques) sous forme d'ensemble de Voxels, stockés dans un *Octree*. On mémorisait alors l'énergie des voxels dans les représentations des voxels eux-mêmes dans l'*octree*. On propageait cette énergie en traversant l'*octree* et en sautant les espaces vides dans l'*octree*, ce qui avait une complexité du même ordre que les tracés de rayons dans des structures accélératrices de type *octree* ou *KD-tree*.

La méthode d'Éclairage Globale par Voxels, que nous avons Développée plus tard, à la fois par une optimisation séquentielle et l'introduction d'un final gather, a rencontré peu de succès, à la fois en terme de publication ([CI 27], [CI 25], [CI 23], [CI 24], [CI 20], [RI 6], [CI 14]), et de reconnaissance scientifique. La difficulté à "faire mon trou", enclavé dans l'*IUT* de Clermont-Ferrand, a compliqué le recrutement de doctorants. J'ai fini, au bout de quelques années, par recruter un doctorant, Łukasz Piwowar, qui, inscrit à l'Université de Wrocław (Pologne) a fait sa thèse sans financement.

À la frontière de deux domaines, elle paraissait un peu décalée. La communauté d'Informatique Graphique n'a, à mon sens, pas compris et pas accepté ma spéculation de long terme sur les algorithmes, et mon idée que le développement sur *GPU* viendrait par la suite, le matériel de l'époque ne permettant pas cette implémentation relevant des techniques de *GPGPU*. Mes manières de "matheux", parfois bien portées, présentaient en l'occurrence un caractère stigmatisant...

J'ai recruté un doctorant en 2008 sur un projet Innovation de la Région Auvergne avec pour principal objectif le développement *GPGPU*, qui semblait enfin possible au niveau *hardware* avec l'apparition de *CUDA*. Le doctorant n'a jamais rien produit de concret.

En 2012, *Nvidia Research* a publié un papier sur l'Éclairage Global par Voxel, expliquant et montrant les possibilités offertes par une implémentation sur *GPU* d'une méthode stockant ensemble de Voxels, stockés dans un *Octree*. On mémorise alors l'énergie des voxels dans les représentations des voxels eux-mêmes dans l'*octree*. On propage cette énergie en traversant l'*octree* et en sautant les espaces vides dans l'*octree*. Les dernières cartes graphiques haut de gamme de *Nvidia* ont été significativement modifiées pour permettre le stockage en mémoire vidéo d'*octrees* de voxels sous la forme de textures multirésolutions. La méthode utilise un final gather. Des démos récentes visent à montrer, comme l'affirme en 2015 la page de *VXGI* sur <http://geforce.com> :

"Voxel Global Illumination (*VXGI*) is a stunning advancement, delivering incredibly realistic lighting, shading and reflections to next-generation games and game engines".

8.2 Diversité thématique : Fitting de surfaces, coordonnées sur maillages, vision

En co-encadrant la thèse de Thibaut Marzais avec Yan Gérard sur le fitting et la couture de surfaces polynomiales par morceau pour la reconstruction de surfaces à partir de nuages de points ([CI 22], [CI 21]), je me suis familiarisé un peu plus avec les modèles splines et Bézier, ainsi qu'au lien avec l'optimisation linéaire et la programmation linéaire.

Ces techniques ont été étendues au travers de la thèse de Florent Brunet ([CI 16], [CI 11], [CI 12], [CI 10], [CI 7], [CI 8], [RI 3]), qui a utilisé ces techniques de fitting de surfaces pour optimiser des déformations de type *Warp* pour la vision, la mise en correspondance non homographique et la reconstruction 3D de surfaces déformables à partir de différents points de vues.

Avec le doctorant C. Cartade, nous avons défini des systèmes de coordonnées optimaux (pour la préservation locale multicritères des angles, des aires et des distances) sur des maillages.

Ces méthodes permettent de calculer des coordonnées de textures optimisées sur des surfaces compactes maillées ([CI 5], [CI 6], [RI 2]).

8.3 Valorisation et conseil

J'ai, en quelques années, réalisé plusieurs projets en lien avec des entreprises (plutôt dans la catégorie *PME*, ou projets en phase d'incubation).

Concevant ces collaborations, non pas comme une opportunité pour montrer l'utilité des modèles que j'ai produits, mais comme un travail partant du problème de l'industriel, ou plus généralement du spécialiste d'une autre discipline, par un dialogue. Bâtissant sur mes expériences antérieures et sur un ensemble de connaissances variées, je cherche à construire une solution adaptée, résolvant, si besoin, les difficultés scientifiques et techniques.

Cette expérience du développement pour l'entreprise m'a bien sûr apporté un plus pour mes enseignements, et m'a aussi permis d'acquérir des connaissances sur le droit de la propriété intellectuelle. Surtout, j'ai mieux perçu les difficultés et les solutions pour la gestion de projets informatiques conséquents, qui peut, aujourd'hui, me permettre d'améliorer les processus de Recherche et Développement Informatique en lien avec mes projets de Recherche Fondamentale, pour fournir des outils bien conçus à disposition de la communauté Scientifique.

8.4 Traitement des images et de données biologiques

J'ai deux collaborations en cours avec des *UMR* associées à l'*INRA* ou à l'*INSERM*.

a) Traitement de données 4D massives

La spectrographie de masse est une technique couramment utilisée pour analyser la composition chimique d'échantillons d'origine biologique (prélèvements sur des organismes ou échantillons de produits agricoles ou de denrées alimentaires). Cette technique produit, pour un ensemble d'échantillons biologiques, des données *4D* massives.

La *détection de marqueurs* consiste, dans le contexte de notre projet, à repérer des caractéristiques du signal qui mettent en évidence, soit le contact avec un polluant, un produit toxique, ou encore un facteur impactant d'odeur ou le goût. Ce sont des problématiques centrales de l'équipe *Qualité des Produits Animaux (QuaPA)* avec lequel ce travail est mené.

Dans ce cadre, je participe au projet *Traitement Automatisé des Données de Sciences Séparatives (TADOSS)*, porté par Erwan Engel (*INRA, QuaPA, CEPIA*), impliquant plusieurs partenaires laboratoires de biologie.

b) Traitement d'Images de la Cellule pour le Génétique

En collaboration avec le Professeur Christophe Tatout (laboratoire *Génétique Reproduction et Développement (GReD)*) *UMR CNRS 6293, INSERM U1103* et le doctorant Axel Poulet, nous avons développé des algorithmes de segmentation du noyaux de cellules utilisant des méthodes géométriques, soit en complément d'information de couleur lors du choix d'un seuil, soit pour améliorer le résultat de la segmentation en post-traitement.

Ce projet, structuré par un *PEPS* de site regroupant trois partenaires du secteur Biologie-Santé, travaillant sur des modèles différents, avec des visées applicatives différentes, et le *LIMOS*, qui comporte aussi un co-encadrement de stage de master, a donné lieu au dépôt d'un pré-projet *ANR DISCO-3D (DISCcrete geometry to Overcome limits in 3D-imaging of Nuclear Organization)*, regroupant ces mêmes partenaires. Les objectifs applicatifs sont la mise en évidence de liens entre l'organisation spatiale des chromosomes dans le noyau de la cellule d'une part, et l'expression des gènes d'autre part.

Un projet européen *COST action* est en cours d'évaluation. Il met en avant un *Wrapper Java pour ImageJ* ([Sw 1]), que j'ai développé personnellement, et qui, dans sa version finale, vise à réaliser l'interopérabilité logicielle des développements de traitement d'image dans le domaine des sciences de la vie avec des interfaces en *Java*, en réalisant des *wrappers* en collaboration avec différents industriels du secteur, qui obéiront à la même interface de programmation d'application *API*.

9 Rupture Scientifique Pluridisciplinaire : Analyse Numérique en Nombres Entiers

9.1 Motivations et positionnement

9.1.1 Rationale

On peut imaginer que les Structures Mathématiques Discrètes du futur pourraient prendre une place aussi importante dans le corpus des Théories Mathématiques que celles qui, bien avant l'apparition du premier ordinateur, furent conçues avant tout pour modéliser les phénomènes physiques.

Lors de l'apparition des premiers ordinateurs dans les années 1970, les Mathématiques pré-existantes ont été utilisées, avec succès, pour faire du calcul numérique, du traitement du signal et du traitement des images. Ces techniques consistent dans l'ensemble, à partir de données numériques discrètes (support et valeurs échantillonnés), à plonger ces données dans un espace Euclidien (ou variété différentiable, selon les cas). On utilise ensuite des outils classiques d'Analyse tels que les fibrés, les espaces de Banach ou de Hilbert, l'inversion d'opérateurs linéaires continus, etc. On procède enfin à un échantillonnage et des arrondis des données obtenues en sortie pour les stocker.

Ces approches posent plusieurs problèmes :

- Les approximations commises à chaque étape du calcul par la représentation flottante des nombres réels (ou la lourdeur des méthodes de calcul formel). Ceci limite les méthodes à certaines formes de stabilité et n'est pas adapté aux problèmes essentiellement instables (type : problèmes *stiffs*, etc.), et ce, même lorsque les problèmes sont stables par rapport aux conditions initiales ;
- Le coût de méthodes qui se situent dans des espaces beaucoup plus vastes que les données d'origine ;
- L'instabilité de problèmes dits "mal posés", typiquement, l'inversion d'un opérateur linéaire de déterminant proche de 0. Ceci oblige à toutes sortes de trucs et astuces, ou à un recours systématique à un traitement de régularisation, qui relèvent du bricolage et dont la validation est fréquemment purement empirique.
- Surtout, il est très difficile de montrer formellement que la méthode va produire un résultat correct.

9.1.2 Quelques approches existantes

Je mentionne ci-dessous certaines approches de la question du calcul exact (ou fondé) sur les nombres réels, pour positionner mon approche. **Ce bref inventaire ne vise pas à préciser les mérites ou limites respectives de ces approches**, encore moins à être exhaustif, mais à montrer la spécificité de mon approche.

a) Panorama des Mathématiques Discrètes

Les Mathématiques Discrètes, à ce jour, sont principalement constituées (sans chercher à être exhaustif) de la Logique, la Complexité et Définissabilité, Théorie des Modèles Finis, la Combinatoire et les Graphes, les travaux liés à l'Arithmétique, ainsi que les algorithmes afférents.

En matière de Géométrie Différentielle Discrète, la communauté la plus visible, au moins du point de vue de l'Informatique Graphique, travaille sur des modèles de maillages, avec du calcul flottant. Tous ces domaines sont (pour le moment) hors du champs de mon projet de Recherche.

b) Géométrie Discrète

La Géométrie Discrète, qui est ma communauté scientifique d'origine, est le domaine qui modélise et étudie les structures géométriques (localement) finies.

La communauté de Géométrie Discrète a, depuis le début des années 1990, cherché à proposer des alternatives de modélisation et calcul en entiers, dans le domaine du traitement d'images. Les deux premières décennies de la géométrie discrète ont, en France tout au moins, cherché à exploiter un autre domaine des mathématiques pré-existantes, adapté à la manipulation d'entiers : l'arithmétique. Ces méthodes ont, à l'usage, montré certaines limites dès qu'il s'est agi de représenter des notions d'analyse, ainsi qu'une certaine lourdeur dès que l'on cherchait à modéliser des objets essentiellement non linéaires.

Cependant, sans forcément se définir comme approximation du continu, la Géométrie Discrète, ou Géométrie Numérique, et plus généralement les Mathématiques Discrètes peuvent ambitionner de définir les théories Mathématiques adaptées pour traiter des seuls objets qui peuvent être codés dans des ordinateurs, à valeur dans des ensembles finis.

c) Analyse d'Intervalles

L'analyse d'intervalles (voir par exemple [REF 6]) consiste à effectuer les calculs numériques en appliquant les opérateurs (arithmétiques, fonctions usuelles, etc.) sur des intervalles, par des opérations définies à partir des bornes ou à défaut, à partir de majorants ou minorants représentables.

Cette technique permet d'obtenir des encadrements des solutions d'équations ou de problèmes numériques. Les limites de ces méthodes viennent généralement d'estimations trop grossières pour être utiles.

d) Arithmétique Réelle Exacte

L'*arithmétique réelle exacte* (voir une introduction dans [REF 8]) s'appuie sur la notion de *nombre réel calculable*, qui revient essentiellement à limiter le procédé de construction des nombres réels par complétion de l'ensemble \mathbb{Q} des nombres rationnels (par suites de Cauchy, ou par suites décroissantes d'intervalles), en limitant la construction aux suites calculables (par un langage Turing-complet).

On peut définir une arithmétique sur ces ensembles de nombres qui, moyennant certaines limitations dues à des problèmes de décidabilité, implémentent exactement le calcul sur les nombres réels calculables.

Des systèmes permettant d'implémenter des méthodes numériques exactes fondées sur l'arithmétique réelle exacte ont été développés. Ceux-ci se fondent sur des ensembles d'opérateurs de base (dont les opérateurs arithmétiques) qui ont une implémentation prouvée.

e) Calcul Symbolique

Le *calcul symbolique* consiste à manipuler formellement des expressions algébriques, en réécrivant ces expressions suivant les règles des structures algébriques, ou les propriétés des fonctions et opérateurs, utilisés. Cette approche du calcul réel exact est généralement considérée comme complémentaire de l'arithmétique réelle exacte. Le calcul symbolique est assez éloignée de mon approche, qui est un cas particulier du calcul numérique. Je ne m'étends donc pas plus.

9.1.3 Positionnement de mon approche

Mon approche consiste à définir une analyse sur une catégorie d'espaces, appelée *espaces analysables*, qui sont définis comme des **algèbres sur des anneaux** abéliens partiellement ordonnés (l'anneau peut être \mathbb{Z} ou \mathbb{R} , ou encore des produits cartésiens d'un ensemble dénombrable de copies de \mathbb{Z} et \mathbb{R}). La notion d'espace analysable fait aussi intervenir une mesure invariante par translation dans l'algèbre. Ces espaces analysables ont donc comme cas particuliers \mathbb{Z}^d et \mathbb{R}^d , mais aussi leurs produits cartésiens, et encore d'autres cas non triviaux.

Dans ce cadre, **la démarche pour résoudre un problème sur les réels** consiste à définir des méthodes et prouver des théorèmes de convergence, avec :

1. Une version discrète des méthodes sur une famille de \mathbb{Z} -algèbres, dont l'échelle (pas de discrétisation ou inverse d'un dénominateur commun) peut tendre vers 0. Ces méthodes discrètes s'implémentent exactement en entiers (avec un contrôle de la longueur des entiers).
2. Un théorème de *convergence multigrille*, qui montre une convergence du résultat du cas discret vers le résultat du cas continu sur une \mathbb{R} -algèbre.

On élimine ainsi les problèmes d'accumulation d'erreurs liées au calcul flottant.

En terme de **paradigme de calcul**, des définitions des opérations de mathématiques appliquées et les problèmes de calcul numérique sont formulés (de manière généralement non triviale) sur les espaces analysables. Un algorithme de calcul, pour une précision donnée, est **implémenté en nombres entiers**, par du calcul exact permettant de **contrôler la longueur des nombres**, sur un modèle de \mathbb{Z}^d (ou autre espace analysable discret...), avec **une résolution dans l'espace de départ** et avec un dénominateur, considéré uniquement comme **un facteur d'échelle constant** sur l'espace d'arrivée, qui déterminera la précision.

En résumé, par rapport à l'existant :

- Ma recherche ne vise pas spécifiquement les notions géométriques, ni même de géométrie différentielle, même si des résultats de géométrie peuvent être obtenus.
- Mon projet ne concerne pas le calcul symbolique, mais bien le calcul numérique, par lequel on effectue des opérations sur des nombres codés par une forme de numération.
- Le projet ne vise pas à fournir des algorithmes fondés ou prouvés pour résoudre des problèmes classiques du calcul numérique portant sur les réels, mais à redéfinir les problèmes numériques au niveau mathématique pour que ceux-ci aient des solutions naturelles, par le calcul sans propagation d'erreurs, en nombres entiers ou virgule fixe, tous les objets considérés étant naturellement calculables.
- Le projet ne vise pas à encadrer les solutions exactes de problèmes numériques sur les réels, mais à calculer exactement la solution de problèmes numériques sur les entiers, qui ont pour limite le cas réel, lorsque la résolution tend vers 0.
- Dans le cas du traitement d'images ou du traitement d'un signal numérique, la totalité de chaque méthode d'analyse est effectuée dans des espaces discrets, par du calcul exact, sans plonger les espaces dans des espaces vectoriels réels ni complexes.

Ces idées peuvent paraître essentiellement théorique, mais dans mon idée, **c'est un projet finalisé**. Nombre de chercheurs vont m'opposer que le calcul en entiers longs entraîne un surcoût

par rapports aux techniques “*state of the art*”, qui tirent partie des unités de calculs flottants *FPU* optimisées au niveau hardware. Cependant, comme le montre mon expérience décrite dans la partie 8.1, dans laquelle **le constructeur de cartes graphiques a finalement modifié l’architecture de son matériel** pour pouvoir stocker des octrees de voxels, il ne faut pas se laisser décourager par cela. En effet, **sur le court terme, les algorithmes s’adaptent pour tirer partie du hardware, mais sur le long terme, le hardware s’adapte pour accélérer les meilleurs algorithmes.** Le hardware est contingent, mais les algorithmes sont intrinsèques.

9.2 Origines du projet

Ces développements se sont faits en partie avec le soutien de l’*ANR* (projet *KIDICO*).

9.2.1 Dérivées discrètes par convolutions binomiales

Le premier article sur les convolutions binomiales a été publiée en 2008 ([CI 18]). J’avais déjà, à ce moment là, l’idée que ce travail devrait déboucher sur un projet ambitieux de refondation de l’Analyse Mathématique avec du calcul exact.

L’idée était de généraliser l’utilisation des convolutions gaussiennes utilisées en Analyse Fonctionnelle et dans la Théorie des Distributions. Cette idée ancienne des convolutions gaussiennes a été largement exploitée à travers les méthodes dites *scales-space* en imagerie (suite à l’article de T. Lindeberg [REF 7]), qui les utilisent pour estimer des dérivées d’une fonction à partir de certaines valeurs. Nous utilisons le même principe indépendamment dès 1995 avec mon premier doctorant Alexandre Lenoir pour estimer des normales et des courbures sur des surfaces discrètes ([CI 36]). L’intérêt principal mis en avant par les chercheurs travaillant sur *scales-space* est l’analyse multi-échelles, permettant d’éliminer certains niveaux de détails ou de bruits. Ces Chercheurs ne se sont généralement pas intéressés à la convergence en tant qu’estimateur de dérivée.

Pour sortir du caractère intrinsèquement lié au calcul flottant de *scale-space*, j’ai cherché un analogue discret des gaussiennes, et j’ai naturellement pensé aux masques binomiaux. Les premiers articles ([CI 18], [CI 17], [RI 5], [RI 4]) exploitent cette idée et nous obtenions des résultats de convergence multigrilles et de bons résultats expérimentaux d’approximation. Nous avons aussi résolu le problème de la dérivée des frontières d’objets *2D* (via la notion de *paramétrisation pixiligne*)

Les principaux reproches qui ont été adressés aux convolutions binomiales étaient leur caractère non adaptatif et la complexité du calcul, les masques requis pour les résultats de convergence étant très larges.

9.2.2 Autres Masques

Pour régler le problème de la complexité du calcul, nous avons, avec mon Doctorant Damien Gonzalez, introduit des masques à convolution logarithmique ([CI 4], [CI 3]). La question d’une généralisation adaptative des masques binomiaux a été traitée par le doctorant du *LIRMM* Frédéric Rieux.

Suite à une suggestion de notre doctorant Colin Cartade, nous avons aussi étudié avec H. A. Esbelin les masques dits *Taylor-Optimaux*, qui minimisent au mieux l’erreur dite de méthode (ou d’échantillonnage), lorsqu’on ne considère aucune erreur sur les valeurs de la fonction en entrée ([CI 2]).

9.2.3 Année 2015 : un *Milestone* et un long article

Un article d'une dans *Theoretical Computer Science* avec Henri Alex Esbelin ([RI 1]), qui constitue pour nous une pose de la première pierre :

- Il généralise dans une définition générale tous les estimateurs à base de convolution précédemment considérés. Il unifie aussi les notations.
- Il résout le problème de la complexité, avec des algorithmes très simples, très efficaces et de bons résultats de convergence.
- Les notions ont le degré d'abstraction et de généralité souhaité en terme de type de données (entiers, rationnels, réels, types flottants,...).
- Nous modélisons plusieurs sortes de bruits, de biais, ou d'erreurs sur les données en entrée, avec les résultats de convergence (statistiques, uniforme, etc.) correspondants.
- Nous donnons une interprétation de ces masques de convolution en terme d'approximation polynomiale (resp. par morceaux) et en déduisons des corollaires sur l'approximation par les polynômes de Bernstein ou la base des B -splines.

9.3 Théorie Pour l'Analyse Numérique en Nombres Entiers

Note importante

Ces résultats majeurs, qui sont bien fondés, n'ont pas pu être finalisés jusqu'à soumission en raison d'une absence de soutien et d'une disponibilité clairement insuffisante au regard de la tâche. J'invite les évaluateurs qui doutent du poids des résultats à télécharger le rapport de recherche [RR 1] et à se renseigner auprès de Mathématiciens.

Dans [CI 1], puis dans [RR 1], nous généralisons très largement, et de plusieurs points de vue, ces notions et résultats.

- *Fondements de la théorie des espaces analysables.*
Les définitions de base sur les espaces analysables sont posées. Il s'agit d'une algèbre munie d'un ordre *partiel* Dedekind-complet, incluant les produits cartésiens d'un ensemble dénombrable d'idéaux de \mathbb{Z} et de \mathbb{R} , sur un anneau du même type. La généralisation de l'Intégrale de Lebesgue dans ce cadre a été établie, avec tous les résultats (lemmes) nécessaires pour fonder l'ensemble de la théorie.
- *La Théorie de la Différentiation et de l'Intégration.*
Les dérivées et dérivées partielles ont été définies dans le cadre des espaces analysables, et donc en particulier dans les grilles discrètes, dans lesquelles elle correspond simplement à une différence finie symétrique.
- *Une définition générale des masques de convolution de dérivation* et dérivation partielle (en toutes dimensions) a été posée, qui inclut la convolution d'un échantillonnage Gaussien, les implémentations connues de *Scale-Space*, les convolutions binomiales, et bien d'autres. Des propriétés ont été établies comme la composition des opérations de dérivations par convolution des masques.
- *Une vaste généralisation de la formule de Taylor avec reste intégral*, qui est un grand classique central en analyse, a été produite, qui en généralise largement les contextes d'application. Au lieu d'appliquer la formule de Taylor ID sur une segment entre deux points, nous utilisons toutes les valeurs d'un cube de diamètre ces deux points pour éviter que l'ordre des dérivées partielles suivant les différents axes soient liés. Ce résultats devrait produire, en cascade, de nouvelles estimations dans de nombreux problèmes numérique non linéaires.

- *Un résultat de convergence multi-grille très général* a été démontré en utilisant cette nouvelle formule de Taylor, pour les estimations de dérivées partielles. Il s'applique aux dérivées de tous ordres, en toutes dimensions, et permet, par exemple, d'estimer des dérivées de signaux à partir de données échantillonnées bruitées, avec des résultats d'approximation adaptés au modèle de bruit.
- *Une expression explicite des surfaces B-splines uniformes en toutes dimensions* comme somme de polynômes de Bernstein "clampés" a été produite. Celle-ci permet d'interpréter le masque de convolution binomiale comme un point sur la dérivée partielle d'une surface B-spline dont les points de contrôle sont les points du signal discret de départ.
- *Une propriété remarquable*, apparemment passée inaperçue auparavant, *exprime la commutation de la différentiation des B-splines avec les différences finies* des points de contrôles (points du signal discret de départ). Ceci permet de proposer une méthode novatrice et prometteuse permettant de résoudre par du calcul en nombre entiers des EDP (pour le moment linéaire). Le lien avec les différences finies classiques doit être exploré plus avant.

9.4 Résumé des points forts

Les points forts de cette approche sont :

- La généralité ;
- L'introduction de l'erreur et/ou du bruit sur les données dans les résultats de convergence et les majorations ;
- La possibilité d'offrir des garanties sur l'erreur, y compris en chaînant les méthodes en plusieurs étapes, l'erreur en sortie d'une étape correspondant au modèle d'erreurs en entrée de l'étape suivante.
- La rapidité de convergence et la complexité, ainsi que la longueur raisonnable des nombres entiers.
- La possibilité de fonder sur ces notions une théorie de l'Analyse en Nombres Entiers.