ESTIA RECHERCHE

Année 2007- Rapport d'activité

Directeur de la Recherche : Jean Esterle [1]

Responsable déléguée : Nadine Rouillon-Couture
Responsable scientifique du GRAPHOS : Jean-Michel Larrasquet

j.esterle@estia.fr, n.couture@estia.fr, j.larrasquet@estia.fr
http ://www.lipsi.estia.fr, http ://www.graphos.estia.fr/

ESTIA
Ecole Supérieure des Technologies Industrielles Avancées

Directeur : Jean-Roch Guiresse
j.guiresse@estia.fr
http ://www.estia.fr/
Chambre de Commerce de Bayonne Pays Basque
BP 215 - 64102 Bayonne Cedex
Téléphone : 05 59 43 84 00 -Télécopie : 05 59 43 84 01

[1] qui assure également la fonction de responsable scientifique du LIPSI

Table des matières

1 Finalités et Organisation de Estia-Recherche **1**
- 1.1 Finalités . . . 1
- 1.2 Dispositif spécifique . . . 2
- 1.3 L'équipe LIPSI . . . 3
- 1.4 Membres de l'équipe LIPSI . . . 4
- 1.5 L'équipe GRAPHOS . . . 7
- 1.6 Membres de l'équipe GRAPHOS . . . 8

2 Ingénierie de la conception (LIPSI) **11**
- 2.1 Interactions entre les acteurs . . . 12
  - 2.1.1 Systèmes d'aide à la conduite de la conception . . . 14
  - 2.1.2 Influence des facteurs humains dans la réingénierie . . . 15
  - 2.1.3 Les phases amont des projets de conception . . . 17
- 2.2 Interaction avec les produits . . . 19
  - 2.2.1 Conception Interactive . . . 20
- 2.3 Interaction avec les outils . . . 25
  - 2.3.1 Méthodes numériques innovantes . . . 25
  - 2.3.2 Simulation 3D et Interaction . . . 28
  - 2.3.3 Interaction Tangible . . . 30

3 Conception et commande de systèmes mécatroniques (LIPSI) **37**
- 3.1 Génie électrique et automatique au service des énergies renouvelables . . . 38
  - 3.1.1 Pilotage et commande . . . 38
  - 3.1.2 Réseaux de petite dimension . . . 40
  - 3.1.3 Sensibilisation aux énergies renouvelables . . . 42
- 3.2 Systèmes opto et mécatroniques embarqués . . . 43
  - 3.2.1 Microtechnologies et microsystèmes . . . 44
  - 3.2.2 Commande robuste et implantation temps réel . . . 46
  - 3.2.3 Intégration de capteurs . . . 46

4 Innovation et changement organisationnel (GRAPHOS) **49**
- 4.1 Le "mouvement" . . . 49
- 4.2 Le phénomène projet et la gestion d'équipes . . . 50
- 4.3 Les compétences . . . 51

5 HDR et Thèses à l'ESTIA **53**
- 5.1 HDR soutenue en 2007 . . . 53
- 5.2 Thèses soutenues en 2007 . . . 54
  - 5.2.1 Thèses préparées au LIPSI . . . 54

5.2.2 Thèses préparées au GRAPHOS . . . 56
5.3 Thèses en cours . . . 57
5.3.1 Thèses en cours au LIPSI . . . 57
5.3.2 Thèses en cours au GRAPHOS . . . 58
5.4 Devenir des docteurs . . . 59

6 Publications ESTIA-Recherche 2006-2007 61
6.1 Equipe LIPSI . . . 61
6.1.1 Articles dans des revues internationales avec comité de lecture . . . 61
6.1.2 Communications avec actes . . . 62
6.1.3 Communications sans actes . . . 66
6.1.4 Chapitres d'ouvrages scientifiques . . . 67
6.1.5 Autres publications . . . 67
6.2 Equipe GRAPHOS . . . 67
6.2.1 Ouvrages . . . 67
6.2.2 Articles dans des revues internationales avec comité de lecture . . . 67
6.2.3 Conférences avec actes . . . 68
6.2.4 Communications sans actes . . . 69
6.2.5 Chapitres d'ouvrages scientifiques . . . 69
6.2.6 Autres publications . . . 69

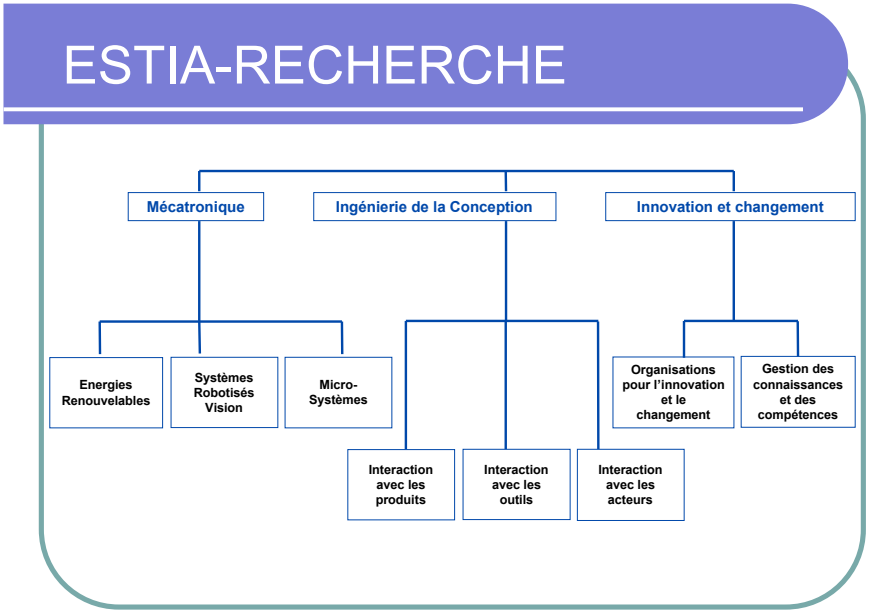
7 Rencontres ESTIA Recherche 2006-2007 71

8 Animation scientifique 73
8.1 Equipe LIPSI . . . 73
8.1.1 Organisation de manifestations scientifiques . . . 73
8.1.2 Participation à des réseaux . . . 75
8.1.3 Participation à des jurys de thèse . . . 75
8.1.4 Participation à des conseils et comités scientifiques . . . 75
8.2 Equipe GRAPHOS . . . 76
8.2.1 Organisation de manifestations scientifiques . . . 76
8.2.2 Participation à des réseaux . . . 76
8.2.3 Participation à des jurys de thèse . . . 76
8.2.4 Participation à des conseils et comités scientifiques . . . 77

9 Moyens mobilisés, Ressources et Contrats : Synthèse 79
9.1 Equipe LIPSI . . . 80
9.1.1 Contrats internationaux . . . 80
9.1.2 Projet ANR . . . 81
9.1.3 Conventions CIFRE . . . 81
9.1.4 Valorisation et contrats Industriels . . . 82
9.2 Equipe GRAPHOS . . . 82
9.2.1 Contrats internationaux . . . 82
9.2.2 Valorisation et contrats industriels . . . 83

Chapitre 1

Finalités et Organisation de Estia-Recherche



1.1 Finalités

La pratique de la recherche à l'Estia fait partie intégrante du projet fondateur de l'Ecole. Elle sert les finalités suivantes :

1. Produire des résultats scientifiques, faire reconnaitre chacun de nos enseignants-chercheurs dans sa communauté scientifique, en France et dans le monde, et ainsi y faire repérer et apprécier l'Estia dans son ensemble tout en aidant les enseignants-chercheurs à progresser dans leur carrière.

2. Tirer vers l'avenir le contenu des enseignements, et familiariser les étudiants avec la pratique de la recherche.

3. Rapprocher nos enseignants-chercheurs des entreprises, de sorte qu'ils contribuent à leur capacité d'innovation et à leur compétitivité (Cifre, Participation aux projets soutenus par l'Union Européenne,

l'ANR, Oseo, l'Ademe, ...), contribuer à la dynamique de l'incubateur d'Estia-Entreprendre, à celle de la Technopole Izarbel et des parcs d'activité régionaux, ...

L' Estia est liée l'Université Bordeaux-1 et à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) par une convention d'adossement signée en Septembre 2005 et par un décret ministériel de décembre 2005 (" article 43 "). Estia-Recherche s'appuie fortement sur les laboratoires d'excellence de ces universités.

L'Estia a signé avec le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche un contrat quadriennal (2007-2010) comportant un volet de soutien à la Recherche, mais ne dispose à l'heure actuelle d'aucun poste d'enseignant-chercheur du Ministère ; le salaire et les charges de fonctionnement des acteurs de cette recherche sont supportés par l' Ecole, grâce au soutien de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Bayonne, du Conseil Régional d'Aquitaine, du département des Pyrénées Atlantiques et de la Communauté d'agglomération Bayonne-Anglet-Biarritz.

1.2 Dispositif spécifique

Estia-Recherche répond à une problématique spécifique résultant de sa situation géographique et de ses alliances académiques.

a. Les disciplines enseignées à l'Ecole s'appuient sur des spécialités scientifiques relativement nombreuses ; pour les seules sciences de l'ingénieur : les Mathématiques, l'Informatique, la Mécanique, l'Electronique, l'Electrotechnique, l'Automatique, l'Energétique, c'est-à-dire les sections 25, 26, 27, 60, 61, 62, 63, du CNU.

b. Estia-Recherche est organisée pour fonctionner en réseau avec des laboratoires de premier plan, tout particulièrement avec ceux des Etablissements alliés, sans viser pour l'instant une reconnaissance institutionnelle nationale de ses activités. On retrouve au niveau de la Recherche l'originalité du plan partenarial de l'Ecole : le nombre de permanents enseignants-chercheurs représentant chacune des spécialités est relativement faible, car l'Estia recourt pour une partie de ses besoins de formation à des enseignants proposés par les Etablissements alliés de Bordeaux, Pau, Bilbao, Cranfield, Manchester, Wolverhampton.

c. Nous avons articulé à l'Estia deux groupes de recherche :

- le **Lipsi** rassemble les mécaniciens, automaticiens, électroniciens et électrotechniciens, informaticiens, mathématiciens, qui travaillent dans deux directions de recherche relevant des sciences de l'ingénieur : l'ingénierie de la conception et la mécatronique.

L'Ingénierie de la Conception comporte : Méthodes de conception collaborative centrée sur l'utilisateur, Calcul sans maillage, Représentation réaliste de modèles et Simulateurs, Interfaces tangibles Utilisateurs.

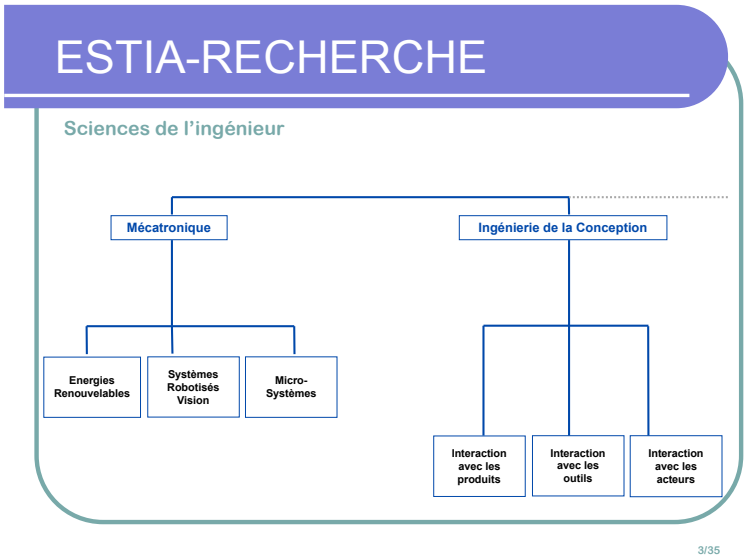
La Mécatronique comporte : Micro-capteurs intelligents, reconnaissance d'images et robotique mobile, générateurs hybrides d'énergies renouvelables.

- le **Graphos,** en sciences de gestion, est l'équipe spécialisée en "Innovation et Changement ", adossée l'IAE (Institut de l'Administration des Entreprises) de l'UPPA.

Tous les chercheurs sont associés à une équipe alliée éminente (Bordeaux, Pau, Paris,) qui partage ses contacts, ses méthodes et ses exigences stimulantes, en contrepartie de ce qu'apporte Estia : doctorants, relations avec des entreprises, dynamique pluridisciplinaire et pluriculturelle,

Notre Directeur de la Recherche, aujourd'hui le Professeur Jean Esterle (membre du l'IMB), veille à la cohérence d'ensemble. Il dirige personnellement le Lipsi, tandis que l'équipe Graphos est dirigée par le Professeur Jean-Michel Larrasquet.

1.3 L'équipe LIPSI



Le projet scientifique de l'équipe LIPSI d'ESTIA RECHERCHE est centré sur deux grandes thématiques :

1. l'ingénierie de la conception qui adresse trois dimensions mutuellement complémentaires que sont le produit, les outils et les acteurs : à travers les méthodes (conception inversée, capitalisation et la gestion des connaissances, les méthodes numériques sans maillage), et à travers les outils pour l'innovation (conduite de projet et des organisations, méthodes de collaboration entre les acteurs, systèmes d'information).
2. la conception et la commande de systèmes mécatroniques : contrôle de robots mobiles, conception de capteurs intelligents, systèmes de production d'énergies renouvelables ;

Ces thématiques, qui s'attachent à plusieurs aspects de l'activité de conception dans l'entreprise industrielle ou de services, constituent nos objectifs scientifiques ; les projets développés par les membres de l'équipe LIPSI se rattachent à ces grandes directions. De ce fait, les chercheurs ont acquis des compétences transverses communes, qui contribuent à l'originalité d'ESTIA RECHERCHE.

Ainsi, le souci d'aller de la définition de modèles à la réalisation d'outils informatiques intégrés (plateformes, environnements logiciels, simulateurs, etc.), et à la réalisation d'équipements (modules d'électronique de puissance, carte électronique de commande et d'acquisition de données) conduit les chercheurs à réfléchir ensemble et à échanger des savoir-faire. Ces échanges ont été très importants dans les choix méthodologiques que tous ont dû affronter tant sur le plan de l'ingénierie logicielle que sur celui de la modélisation d'un processus ou d'une procédé complet (processus de conception, aérogénérateurs, calculateur embarqué d'un robot mobile, etc) ou sur celui de la réalisation de système réels.

De la même façon, on retrouve dans plusieurs des thématiques abordées au sein d'ESTIA RECHERCHE la question de la prise en compte ou de la capitalisation de connaissances, de règles-métier, ce qui nécessite le recours à des concepts et des techniques empruntés à des disciplines connexes (cognitique, sciences sociales, intelligence artificielle). Là encore, la confrontation de spécialistes de disciplines différentes avec les mêmes problématiques a entrainé des échanges riches et l'élaboration d'un savoir partagé.

La création et le développement de l'équipe LIPSI ont nécessité des efforts et des investissements considérables : le campus de l'ESTIA est géographiquement éloigné des autres grands campus scientifiques, et les nécessités de l'enseignement du cursus ingénieur font qu'on y trouve des spécialistes de

mécanique, productique, automatique, robotique, informatique, électronique... Comme la lecture de ce document le montrera, cette situation a favorisé l'émergence de projets authentiquement pluridisciplinaires. Elle nous a aussi conduits à travailler en étroite collaboration avec les meilleurs laboratoires des domaines concernés. Une part importante de ce travail en collaboration prend la forme du co-encadrement de doctorants, qui sont en quelque sorte des co-productions du LIPSI et de laboratoires extérieurs.

Nous travaillons depuis longtemps et prioritairement avec les Ecoles Doctorales et les laboratoires de l'Université Bordeaux1 et de l'UPPA, tout particulièrement avec le TREFLE, l'IMS et le LaBRI à l'Université Bordeaux-1, et le LIUPPA à l'Université de Pau et Pays de l'Adour. Selon nos besoins, nous travaillons aussi avec des laboratoires d'autres Universités, comme le TIMC et G-SCOP à Grenoble, l'IRCCyN à Nantes, le GREAH au Havre, le L2EP à Lille et l'ENSGSI à Nancy. Nous ne négligeons pas la construction de liens dans le domaine de la recherche avec les Universités britanniques et espagnoles partenaires pédagogiques de l'ESTIA, et avec les Universités et centres de recherche des régions frontalières d'Euskadi et de Navarre.

La taille de l'équipe LIPSI a régulièrement augmenté au cours des dernières années, de même que la quantité et la qualité de ses productions (publications, doctorats soutenus, projets financés, etc), on se reportera pour plus de détails aux Chapitres 5 et suivants de ce rapport. Notre politique scientifique consiste à faire de l'équipe LIPSI une plateforme pluridisciplinaire, ancrée sur le campus de l'ESTIA et en réseau avec les grands laboratoires de la région dont la recherche relève des Sciences de l'Ingénieur. Notre projet n'est pas de faire du LIPSI un laboratoire autonome, mais au contraire d'offrir à de grands laboratoires partenaires du CNRS et de l'INRIA de contribuer avec les enseignants chercheurs de l'ESTIA à des projets scientifiques cohérents, tirant pleinement parti des capacités pluridisciplinaires d'ESTIA Recherche, de ses interactions avec la pépinière d'entreprises ESTIA Entreprendre et des transferts de technologie en direction des entreprises effectués par ESTIA Innovation. Depuis l'entrée en fonctions en Novembre 2007 du professeur J. Esterle comme directeur de la Recherche de l'ESTIA, les démarches en vue de faire admettre comme membres à part entière dans des laboratoires du site Bordelais les enseignants chercheurs de l'ESTIA ont été redoublées. Des conventions concernant les laboratoires IMS, LaBRI et TREFLE sont en cours de signature, et ce processus devrait concerner à terme l'ensemble des enseignants chercheurs du LIPSI.

Nous concluons cette présentation générale de l'équipe LIPSI par un tableau qui fait apparaitre l'évolution du nombre et du type des publications et thèses produites par l'équipe LIPSI depuis 2003 (on trouvera le détail des thèses et publications du LIPSI pour la période 2006-2007 au Chapitre 5 du présent rapport).

	$2003-2006$ (4 ans)	$2005-2006$ (2 ans)	2007 (1 an)
Revues internationales avec comité de lecture / Chapitres d'ouvrages	16	11	13
Conférences avec actes	92	54	30
HDR soutenues	0	0	1
Thèses soutenues	10	4	5

1.4 Membres de l'équipe LIPSI

L'équipe LIPSI d'ESTIA Recherche compte au 31 décembre 2007 13 membres permanents, appuyés par le Directeur de la Recherche de l'ESTIA employé à temps partiel, plus 12 doctorants et 3 chercheurs invités.

Les 13 membres permanents sont salariés de l'ESTIA [Chambre de Commerce et d'Industrie de Bayonne-Pays Basque] : 12 sont titulaires d'un doctorat et qualifiés aux fonctions de Maitre de Conférences

(dont un Maitre de Conférences détaché de l'Enseignement Supérieur), et l'un d'eux, titulaire d'une HDR, vient d'être qualifié par le CNU 60ème section pour les fonctions de professeur ; la treizième est ingénieure de recherche et développement.

De plus l'équipe LIPSI accueille trois chercheurs invités, qui y passent, en moyenne, un jour par semaine et y mènent une activité de recherche. Avec les 12 doctorants on arrive à un **effectif total de 29 membres** pour l'équipe LIPSI au 31/12/2007, effectif auquel il convient d'ajouter pour la période couverte par ce rapport d'activité les 5 doctorants ayant soutenu leur thèse en 2007, plus un docteur contractuel employé jusqu'en août 2007.

Pascal Weil (Directeur de Recherche CNRS, membre du LABRI, Université Bordeaux1) a dirigé le LIPSI de septembre 2001 a Septembre 2007. Il est remplacé depuis le 1er novembre 2007 par Jean Esterle, professeur à l'Université Bordeaux1, membre de l'Institut Mathématique de Bordeaux, qui effectue la majorité de ses enseignements à l'ESTIA depuis la rentrée 1997.

Les enseignants-chercheurs permanents du LIPSI effectuent un service d'enseignement auprès des élèves ingénieurs, dans des conditions analogues à celle des Maitres de Conférences de l'enseignement supérieur. Les doctorants ont une charge d'enseignement plus légère, de l'ordre de celle d'un moniteur.

Responsable scientifique : Jean Esterle, Professeur à l'Université Bordeaux1, Directeur de la Recherche de l'ESTIA

assisté de Nadine Rouillon-Couture, *docteure en Informatique* 1994, qualifiée en 27è section ; à ESTIA Recherche depuis janvier 1999.

Enseignants-chercheurs permanents

- Renaud Briand, *docteur en électronique* 2001 (IXL, Bordeaux), qualifié MC en 63ème section ; à ESTIA Recherche depuis septembre 2002.

- Haritza Camblong, *docteur en automatique* 2003 (LEPT, Bordeaux, Mondragon et LIPSI), qualifié MC en 61ème et 63ème section ; à ESTIA Recherche depuis janvier 2001.

- Jean-Marc Cieutat, *docteur en informatique* 2003 (LaBRI, Bordeaux, et LIPSI), qualifié MC en 27ème section ; à ESTIA Recherche depuis décembre 1999.

- Octavian Curea, *docteur en génie électrique* 2001 (GREAH, Université du Havre), qualifié MC en 63ème section ; à ESTIA Recherche depuis février 2004.

- Xavier Fischer, *docteur en mécanique* 2000 (LEPT, Bordeaux, et LIPSI), qualifié MC en 60 ème section ; HDR soutenue à l'ESTIA le 13 novembre 2007, qualifié Professeur en 60ème section en 2008,à ESTIA Recherche depuis juin 1999.

- Pierre Joyot, *docteur en mécanique* 1994 (IXL, Bordeaux), qualifié MC en 63ème section ; à ESTIA Recherche depuis septembre 2002.

- Jérémy Legardeur, *docteur en mécanique* 2001 (3S, INP Grenoble), qualifié MC en 60ème section ; à ESTIA Recherche depuis septembre 2002.

- Christophe Merlo, *docteur en productique* 2003 (LAP, Bordeaux, et LIPSI), qualifié MC en 61ème section ; à ESTIA Recherche depuis novembre 1999.

- Stéphanie Minel, *docteure en génie industriel* 2003 (CPI, Conception de Produits et Innovation, ENSAM Paris), qualifiée MC en 60ème section ; à ESTIA Recherche depuis février 2004.

- Olivier Patrouix, *docteur en robotique* 1994 (LIRMM, Montpellier), qualifié MC en 61ème section ; à ESTIA Recherche depuis novembre 2000.

- Ionel Vechiu, *docteur en génie électrique* 2005 (GREAH, Université du Havre), qualifié MC en 63ème section ; à ESTIA Recherche depuis novembre 2002.

Ingénieure de recherche et développement

- Carmen Paz, *ingénieure en informatique* (Univerité du Pays Basque, faculté d'Informatique de San Sebastian), à Estia Recherche depuis mars 1997, employée par la CCI Bayonne-Pays Basque dans le cadre d'un CDI.

Enseignants-chercheurs contractuels

- Jean Trunzler, *docteur en mécanique* 2005 (ENSAM), agrégé de mécanique, a été contractuel à l'ESTIA de janvier 2006 à août 2007. Il occupe un emploi de professeur agrégé dans au lycée Newton à Clichy depuis le 1er septembre 2007.

- Benoit Mansoux, doctorant en informatique (LIG, Université Joseph Fourier) ; au LIPSI depuis novembre 2007, ATER de l'Université Bordeaux 1 détaché à l'ESTIA depuis novembre 2007.

Nous donnons ci-dessous la liste de l'ensemble des doctorants ayant préparé une thèse au LIPSI pendant tout ou partie de la période s'étendant du 1er janvier 2006 au 31 décembre 2007 . Les détails concernant les thèses soutenues pendant cette période seront donnés plus loin.

Thèses en cours

- Olivier Arrijuria, *Elaboration d'une centrale inertielle*, soutenance prévue en 2008.

- Sébastien Bottechia, *Dispositifs de réalité augmentée pour l'aide au montage et au démontage de pièces mécaniques*, soutenance prévue en 2009.

- Emilie Chapotot, *Etude de la traçabilité des pièces en maintenance de produits aéronautiques : capitalisation des connaissances pour l'amélioration de la conception*, soutenance prévue en 2008-2009.

- Alexis Clay, *Capture et analyse d'émotions : applications à la danse*, soutenance prévue en 2009.

- Elise Gabarra, *Segmentation d'images appliquée aux schémas techniques*, soutenance prévue en 2008-2009.

[passage supprimé sur demande de la personne citée, cf. loi informatique et liberté]

- Alvaro Llaria Leal, *Gestion d'un systme d'énergie hybride : passage en ilotage et Demande Side Management en utilisant un réseau sans fil, (APERT et LIPSI)* soutenance prévue en 2009-2010.

- David Marin, *Intégration des éoliennes dans les réseaux insulaires du futur,* soutenance prévue en 2008-2009.

- Ricardo Mejia Gutiérrez, *Modélisation concourante en conception interactive*, soutenance prévue en 2008.

- Olivier Pialot, *Méthodes et outils pour les phases amont de projets d'innovation*, soutenance prévue en 2008.

- Guillaume Rivière, *Interaction et visualisation en géo-sciences*, soutenance prévue en 2008-2009.

- Guillaume Terrasson, *Conception d'un émetteur-récepteur RF pour microcapteur*, soutenance prévue en 2008.

- Olivier Zéphir, *Métodes et outils pour la conduite du changement organisationnel dans les organisations complexes*, soutenance prévue fin 2008.

Thèses soutenues

Philippe Etchart (14 février 2007), Théodore Totozafiny (7 juillet 2007), Guillaume Pol (26 octobre 2007), Kenny Ordaz (14 décembre 2007) et Livier Serna (20 décembre 2007) ont soutenu des thèses préparées au LIPSI, qui sont présentées au Chapitre 5 du présent rapport.

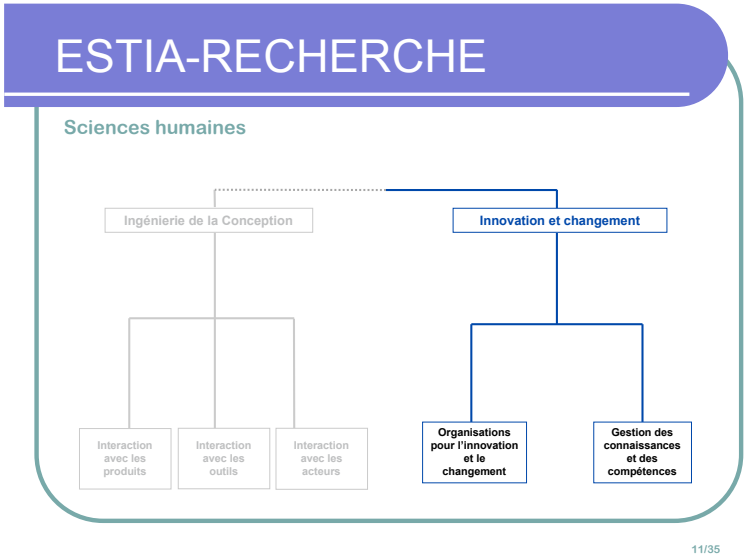
Chercheurs invités

- Bruno Bluteau, agrégé de mécanique (1995) et docteur en automatique (1993, LAP, Bordeaux) est professeur de mécanique en classes préparatoires au lycée Louis Barthou à Pau, chercheur invité au LIPSI depuis novembre 2002.

- Inigo Martinez enseigne l'électronique industrielle à la Escuela Superior de Ingenieros de Bilbao où il prépare une thèse de doctorat. Il est chercheur invité au LIPSI depuis septembre 2002.

- Patrick Reuter est Maitre de Conférences en Informatique à l'Université Bordeaux 2. Il est chercheur invité au LIPSI depuis 2005.

1.5 L'équipe GRAPHOS



L'équipe ESTIA-GRAPHOS s'intéresse de façon pluridisciplinaire au **management de l'innovation et du changement** dans le monde instable qui est le nôtre aujourd'hui. Elle est étroitement liée, dans le laboratoire Européen ERALAN, à l'Université de Mondragòn [1] par un accord avec le laboratoire de recherche PRAKTIKER appartenant au groupe. Jean-Michel Larrasquet, professeur à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, et responsable scientifique de l'équipe GRAPHOS, est également professeur invité à l'Université de Mondragòn, chargé de l'internationalisation de la recherche en sciences de gestion.

L'équipe pratique la formation (diplômante [master ingénierie de projets opéré en partenariat avec l'Université de Pau et des Pays de l'Adour] ou non [inter ou intra, à la carte]), le transfert et la recherche. En matière de transfert et de recherche, elle fonctionne toujours dans l'optique d'une co-construction de solutions avec les entreprises partenaires. Les méthodes et outils de management qu'elle construit et diffuse sont donc systématiquement co-construits à partir des terrains concrets d'interventions et des questions de management que les acteurs de terrain lui soumettent, et sont donc toujours orientés vers la mise en place de solutions aux problèmes proposés par les entreprises partenaires (on parle de **recherche finalisée** pour cet aspect de l'activité de recherche). Aux chercheurs ensuite de développer un second niveau de recherche, cherchant la généralisation, mais aussi les limites (notamment contextuelles) des

[1] Le groupe Mondragòn est un groupe espagnol coopératif de 80 000 personnes, 13 milliards d'euro de facturation annuelle

travaux réalisés sur le terrain (on parlera alors de **théorisation**). Les thèmes de recherche du groupe Graphos sont détaillés plus loin.

.

1.6 Membres de l'équipe GRAPHOS

Les effectifs de l'équipe GRAPHOS d'ESTIA sont composés au 31 décembre 2007 de deux enseignants chercheurs de l'UPPA, un ingénieur chercheur de l'IUT de Bayonne, une chercheure, une doctorante salariée et d'une ingénieure et une chargée de gestion employées par l'ESTIA [CCI Bayonne-Pays Basque], et de quatre autres doctorants, dont un membre de la DRH SNCF Aquitaine-Poitou-Charente, soit un **effectif total de 10 personnes.** Il est à noter que les salaires des quatre membres du GRAPHOS employées par l'ESTIA ainsi que la bourse de S. Kerri et le salaire de L. Chautru sont entièrement couverts par les contrats de recherche ou de valorisation obtenus par l'équipe GRAPHOS auprès d'organismes publics ou privés. Le GRAPHOS a également pris en charge le salaire de J.M. Larrasquet de septembre 2005 à août 2007. L'équipe GRAPHOS est adossée au Centre de Recherche en Gestion (CREG) de l'UPPA, EA 3006.

Responsable scientifique : Jean-Michel Larrasquet, Professeur des Universités à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, Professeur invité à l'Université de Mondragòn.

Enseignantes-chercheures ou chercheures permanentes :

-Isabelle Franchisteguy-Couloume, Docteure en sciences de gestion, Maitre de Conférences à l'I.U.T de Bayonne

-Véronique Pilnière, Docteure en sciences de gestion, chercheure ESTIA - Recherche, employée par l'ESTIA.

-Aline Dupouy, Doctorante salariée, employée par l'ESTIA.

Ingénieures permanentes

-Maitexu Urruzmendi, ingénieure-chercheure, DEA, IUT de Bayonne Pays Basque, ingénierie pédagogique.

-Marion Saumonneau, Master, ingénieure de recherche, employée par l'ESTIA.

Autres membres permanents

-Mikele Larronde, Master, chargée de gestion, employée par l'ESTIA.

Chercheure contractuelle

-Véronique Lartigue, Docteure en Sciences de Gestion, chercheure contractuelle jusqu'en juillet 2006.

Ingénieures contractuelles

-Ana Amezketa, Docteure en Sciences de Gestion, ingénieure de formation et de recherche contractuelle jusqu'en octobre 2007.

Nous donnons ci-dessous la liste de l'ensemble des doctorants ayant préparé une thèse au GRAPHOS pendant tout ou partie de la période s'étendant du 1er janvier 2006 au 31 décembre 2007 . Les détails concernant les thèses soutenues pendant cette période seront donnés plus loin.

Thèses en cours au 31/12/2007

-Lionel Chautru, *Management des risques : une question socio-cognitive. Une recherche finalisée à destination des "risk-managers". A partir d'une expérience de gestion des risques à la SNCF*, thèse soutenue le 29 mars 2008.

-Aline Dupouy, *L'accompagnement du porteur de projet en incubateur : une question d'apprentissage*, salariée de l'ESTIA, soutenance prévue le 20 mai 2008.

-Souhila Kerri, *Les compétences spécifiques du chef de projet et leurs modalités d'apprentissage*, soutenance prévue fin 2008.

-Ernest Porras, *Le transfert des compétences tacites détenues par des acteurs. A partir du cas de la division "Systèmes aéroportés" chez Thalès*, salarié de l'ESTIA, soutenance prévue mars 2009.

Autres thèses en cours

Nous mentionnons ici trois autres thèses en cours, prérarées par des collègues en poste à l'Université Autonome du Yucatan à Mérida (Mexique), qui effectuent des stages réguliers au GRAPHOS.

-Jorge Salazar, *Changement organisationnel dans les hôpitaux mexicains.*

-Gustavo Barredo, *Développement en clusters des entreprises de l'agro alimentaire.*

-Leonor Lopez, *Réorganisation du secteur hospitalier du Yucatan.*

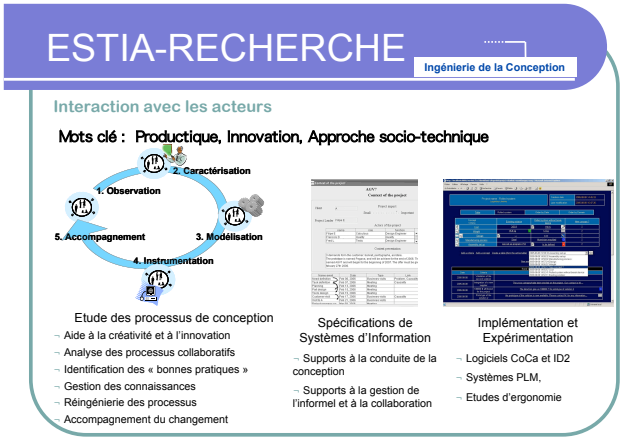
Thèses soutenues

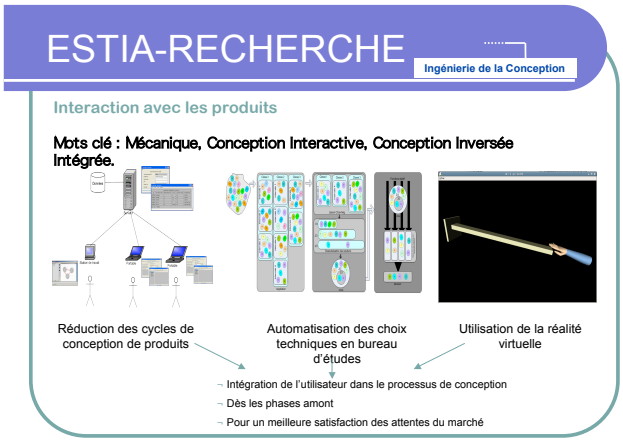
Ana Amezketa (22 décembre 2006) et Véronique Pilnière (19 décembre 2007) ont soutenu des thèses préparées au GRAPHOS, qui seront présentées au Chapitre 5 du présent rapport.

Chapitre 2

Ingénierie de la conception (LIPSI)

Nous nous référons à la conception des produits au sens large : produits et services. Nous présentons ce domaine en trois dimensions : les interactions entre les acteurs de la conception, les méthodes et outils pour la conception des produits, les interactions avec les outils.





2.1 Interactions entre les acteurs

Cet axe est encore dénommé : "ingénierie des processus".

Contexte et problématique générale

La performance d'une entreprise dépend de plusieurs facteurs, tant internes (organisationnels, socio-techniques, économiques, culturels) qu'externes (le marché, la concurrence, le réseau de partenaires). Il est reconnu que l'étape de conception constitue un gisement important d'amélioration de la performance de l'entreprise : non seulement à court terme par une rationalisation des processus de conception visant à une réduction des coûts et des délais de développement et des prix de revient, mais aussi de façon plus stratégique par le développement d'innovations qui nécessite d'intégrer de nouvelles dimensions dans le management des hommes et des projets. L'amélioration de la conception peut être étudiée de différents points de vue qui sont fortement liés :

- *Systèmes d'aides à la conduite de la conception.*

- *Influence des facteurs humains et conduite du changement*

- *Les phases amont des projets de conception*

L'axe ingénierie des processus et des organisations en conception de produits s'intéresse à la conception de produits en combinant ces points de vue. Notre travail est focalisé sur les processus et les moyens permettant d'obtenir un produit et en particulier sur les actions des acteurs de la conception et la modélisation de leurs connaissances en vue de concevoir des environnements d'assistance qui les accompagnent dans la réalisation de leurs activités. Le développement de ces outils impose également de se confronter à des problématiques de visualisation et d'interaction concernant des informations parfois hétérogènes, ce qui constitue un point de contact et de complémentarité avec d'autres travaux menés au sein d'ESTIA RECHERCHE. Ce travail est naturellement aussi complémentaire des travaux en conception interactive, qui se focalisent davantage sur le produit à concevoir.

Nous décrivons maintenant brièvement notre méthodologie. Notre démarche est basée sur l'observation participante et sur la recherche-action en terrain industriel. Elle se décompose en 5 étapes.

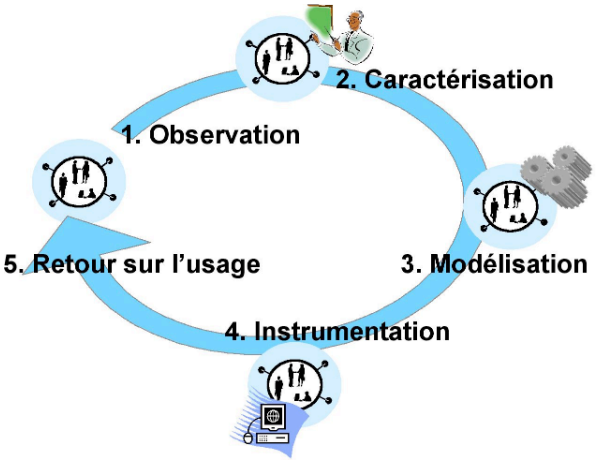


Fig. 1 : Les cinq étapes de notre méthodologie

-Observation des pratiques et des activités dans des situations effectives de conception en industrie, afin d'analyser les processus et de décrypter les mécanismes sociotechniques entre acteurs dans la dynamique complexe des projets de conception.

-Caractérisation fine des processus de conception à partir des observations et en tenant compte des contextes dans lesquels ils se déploient. Il s'agit de mieux comprendre la nature de l'action collective en conception et d'identifier les premiers paramètres et facteurs descriptifs des processus observés.

-Formalisation des processus collaboratifs à l'aide de modèles qui décrivent les phénomènes observés, mais qui tiennent compte du caractère peu prédictible et donc peu stabilisé de l'activité des acteurs dans les organisations.

-Instrumentation des processus collaboratifs en conception, sur la base des résultats issus des deux premières étapes de notre méthodologie. Cette étape vise à proposer de nouveaux dispositifs (outils, modèles, méthodes) afin d'améliorer les pratiques observées.

- Test et retour sur l'usage des outils, modèles, méthodes et des pratiques améliorées. Cette mise en usage de nos propositions s'articule également autour d'une recherche de dispositifs d'accompagnement au changement de façon à les pérenniser.

L'accent est donc mis sur l'étude sociotechnique des processus de conception et sur la prise en compte des multiples facteurs venant influencer les acteurs dans leurs activités. Deux facteurs émergent toutefois :

- l'homme, considéré à la fois comme une ressource participant au processus mais aussi et surtout comme un acteur autonome, apprenant, décideur, créateur, à l'origine de la génération de connaissances tout au long du processus,

- l'environnement informatique qui doit dépasser son rôle traditionnel d'outil pour devenir une réelle assistance à la conception.

Les deux sous-thèmes (présentés dans les paragraphes suivants) que constituent l'étude des organisations de conception du point de vue de l'acteur et les environnements d'assistance en vue d'améliorer les processus de conception traduisent notre volonté de positionnement pluridisciplinaire au croisement de plusieurs domaines de recherche : génie industriel, productique, conception, gestion, sociologie, informatique. Au niveau d'ESTIA RECHERCHE, cette volonté se traduit par des partenariats et travaux communs avec des entreprises (PME et grands groupes) et des laboratoires de recherche spécialisés dans les différents domaines précités.

La focalisation sur le facteur humain dans l'étude des processus de conception de produits nous conduit à considérer différents aspects complémentaires :

-l'organisation des acteurs et en particulier le rôle des responsables de projet,

-les activités collaboratives des acteurs, mécanisme essentiel d'amélioration du processus et générateur d'idées nouvelles,

-la modélisation et la capitalisation des connaissances en conception en vue d'améliorer les processus de conception.

Les interactions entre les individus sont ici étudiées pour comprendre les situations d'émergence des solutions de conception et leur impact sur la gestion des projets, notamment dans les phases amont. Notre objectif est ensuite d'identifier des dispositifs qui s'appuient sur la définition de leviers d'action portant sur les actions collectives afin d'atteindre des objectifs de conception spécifiques et d'en contrôler la mise en uvre via des indicateurs adaptés. Dans les organisations étudiées, la capitalisation des connaissances constitue un enjeu essentiel dans la mesure où l'amélioration des processus de conception fait appel à des connaissances de nature hétérogène et réparties sur une grande variété d'acteurs, et implique une gestion de l'information par l'intermédiaire de systèmes d'information complexes. En partant des besoins et des attentes des futurs utilisateurs, nous concevons des modèles de connaissances qui visent à rendre opérationnels les modèles décrivant un système ou un processus de conception collaborative. Pour cela, nous nous appuyons aussi bien sur l'ingénierie des connaissances pour définir ou exploiter des modélisations que sur les modèles propres à chaque domaine que nous étudions.

Etroitement liée au thème précédent, la conception d'environnements d'assistance adaptés s'avère indispensable pour favoriser la collaboration des acteurs de la conception. En effet, la gestion des informations techniques et la capitalisation de connaissances relatives au produit, au processus et à l'organisation constituent des axes centraux pour l'accompagnement des entreprises. Les systèmes d'information conçus pour répondre à ces problématiques s'appuient sur des technologies en constante évolution et font appel aux concepts les plus récents de l'architecture des systèmes distribués et du génie logiciel. Nous cherchons à proposer de nouveaux outils qui tiennent compte de la spécificité et de la complexité sociotechnique des situations rencontrées. Les environnements d'assistance envisagés sont des systèmes informatiques ouverts présentant les caractéristiques suivantes : ce sont des systèmes d'information, avec une vocation collaborative, et conçus en fonction des logiques et des stratégies d'acteurs identifiées sur leur terrain d'application. Les environnements que nous avons réalisés à partir des modèles et des connaissances décrits précédemment prêtent une attention particulière à

- l'identification des actions susceptibles de réaliser des prétraitements sur les informations utiles aux acteurs,

-la caractérisation des traitements automatisables,

-la prise en compte des pratiques, des profils et des habitudes (schèmes sociaux) de chaque acteur pour améliorer les collaborations et les interactions homme-machine,

-l'établissement de relations personnalisées entre le système informatique et l'acteur.

2.1.1 Systèmes d'aide à la conduite de la conception

La modélisation des connaissances pour l'amélioration des processus de conception a été initiée dans le cadre de la thèse réalisée par Ch. Merlo (IMS/LAPS et ESTIA, 2003). Ces travaux ont permis de proposer aux acteurs de la conception une démarche opérationnelle destinée à mieux appréhender et à mieux matriser la performance du système de conception en s'appuyant sur une structuration du système de conception par la décision, dans le cadre de la méthodologie GRAI Ingénierie. Après avoir identifié les flux d'information entre les acteurs des différents centres (décision et conception), nous avons élaboré des modèles de connaissances qui s'appuient sur une double classification liée à la nature des décisions prises et à la complexité structurelle des connaissances.

Ces travaux se sont appuyés sur l'étude de plusieurs cas industriels, où les modèles décrivant le système de conception, ses mécanismes et les modèles de connaissances proposés ont été confrontés à différents processus de conception industriels. Nous avons en particulier mené une expertise au sein de l'entreprise MMP, important sous-traitant aéronautique concevant et réalisant des injecteurs et des

ensembles hydrauliques pour les principaux donneurs d'ordre de ce secteur d'activité. Cette expertise portait sur des questions

- *de nature,* pour laquelle nous distinguons les connaissances de conduites liées à la structuration d'un processus et à sa planification, les connaissances liées au suivi des activités prévues et à la détection de dérives éventuelles, et les connaissances produites par les concepteurs relativement au produit et à leurs activités, qui sont à l'origine des informations de suivi,

- *de complexité,* pour laquelle nous proposons différents niveaux de connaissances différenciant les connaissances destinées à être exploitées tout au long du processus, les connaissances décrivant les transformations subies par les premières, et les connaissances de type méthodologiques qui expliquent dans quel contexte une transformation a lieu.

Ces modèles permettent d'assurer une capitalisation au fil de l'eau des connaissances en vue d'une exploitation immédiate dans le cadre de la conduite par les acteurs des centres de décision, mais aussi une capitalisation à long terme destinée à dégager des règles de conduite génériques adaptées à des contextes de conception donnés. Ces travaux ont permis dans un premier temps de concevoir une maquette du système d'information support à la mise en oeuvre de la méthodologie GRAI Ingénierie. Cette maquette s'appuie sur le concept des systèmes multi-agents pour une assistance directe aux acteurs. Ces travaux ont également été au coeur du projet RNTL IPPOP (Intégration Produit-Processus-Organisation pour l'amélioration de la Performance en ingénierie, 2002-2005), dont l'un des objectifs était de définir une architecture logicielle à vocation collaborative, susceptible de supporter l'approche GRAI Ingénierie de conduite de la conception. Des maquettes opérationnelles ont été établies, puis validées à l'aide de scénarios établis avec des partenaires industriels (OpenCascade, Alstom Moteurs et EADS-CCR) dans le cadre du projet IPPOP. Le prototype réalisé intègre les différents composants logiciels supportant les modèles produits, processus et conduite fournis par les laboratoires membres de IPPOP (LAPS, LMP, LASMIS, CRAN). De ce projet a émergé le consortium PICS-PPO, consortium qui a élargi les partenaires académiques et industriels initiaux, intéressés par les concepts et les outils réalisés. Ce consortium a pour but de poursuivre les activités de recherche autour du modèle intégré IPPOP et du noyau développé. Un nouveau projet RNTL dénommé ATLAS (Aides et assisTances pour la conception, la conduite et leur coupLage par les connAissanceS) va permettre de poursuivre ces travaux en explorant le couplage entre conception de produits et conduite du projet via l'utilisation des techniques de propagation par contraintes. ESTIA Recherche intervient dans ce projet pour sa compétence acquise dans IPPOP au titre de l'IMS/LAPS et est responsable des spécifications d'intégration du système qui sera développé. Les autres partenaires du projet sont : le LATTIS (INSA, Toulouse), le LAAS (CNRS, Toulouse), le LGP (ENI Tarbes), CGI (EMAC, Albi), Sigma Plus (Toulouse), Anyware Technologies (Toulouse), Pulsar Innovation (Toulouse). Les activités développées ici témoignent des relations étroites entretenues avec la thématique Ingénierie de la Conception de l'IMS/LAPS, tant au niveau des thèses engagées et des projets dans lesquels ces équipes sont impliquées. La thèse (préparée au LIUPPA et soutenue fin 2006) de Raphael Michel, chercheur invité au LIPSI à mi-temps de 2002 à 2006, se rattachait à ce projet : elle portait sur la définition d'une méthodologie dédiée au développement d'architectures par composants logiciels, destinées à préparer l'intégration de nouveaux composants.

2.1.2 Influence des facteurs humains dans la réingénierie

Avec le recrutement de l'enseignante-chercheure S.Minel, ergonome de formation, l'équipe a développé ses travaux sur l'influence des facteurs humains dans les processus et les organisations-intégration des facteurs humains dans la réingénierie. Depuis 2005, l'équipe est fortement mobilisée par le Projet Intégré européen SMMART (System for Mobile Maintenance Accessible in Real Time, 6ème PCRD, 13 Millions d'euros). Initié et coordonné par l'entreprise Turboméca (Groupe SAFRAN), ce projet a pour objectif de concevoir et de mettre en place de nouveaux systèmes à base d'électronique embarquée pour le suivi en temps réel de produits complexes (turbomoteur, avions, hélicoptères, poids

lourds). Il s'agit d'instrumenter les parties sensibles d'un produit afin de proposer de nouveaux outils et méthodes de suivi pour la maintenance prédictive. ESTIA RECHERCHE est associé dans ce projet à 24 partenaires de 8 pays européens. Plus particulièrement nous sommes impliqués dans l'étude et l'accompagnement de la réorganisation des processus de maintenance au sein des différents futurs utilisateurs (Turboméca, Eurocopter, Airbus, Volvo Trucks, etc), et nous avons la responsabilité d'un lot de travail, dédié à la dissémination et à la formation interne des différents partenaires du projet. Ainsi avec les travaux de recherche d'O. Zephir, nous avons construit à la suite d'observations terrain chez Turboméca un nouveau modèle d'évaluation de la maturité aux changements des organisations et équipes face aux problématiques d'ordre technologiques. L'intégration de trois modèles (le CMM (Capability Maturity Model), le modèle de Transformation de l'information d'Useldinger et l'échelle d'évaluation de la coopération de S.Minel [Minel, 2003]) permet d'obtenir une évaluation tridimensionnelle de la maturité du changement. Notre méthode consiste à évaluer dans quelle mesure un collectif possède les ressources nécessaires pour fonctionner sous un nouveau processus. Avoir la maitrise d'un nouveau mode de fonctionnement implique une visibilité des facteurs nécessaires à la bonne exécution des activités. Les méthodologies classiques de changement sont holistiques et génériques, l'effet des variables manipulées sur la performance peut être difficilement isolé. Comme nous l'indiquent A.Hatchuel et J.C Sardas, une méthodologie de changement est différente en fonction de son contexte d'application. Ils démontrent que les stratégies de transformations sont différentes selon le domaine d'activité et des modes de production.

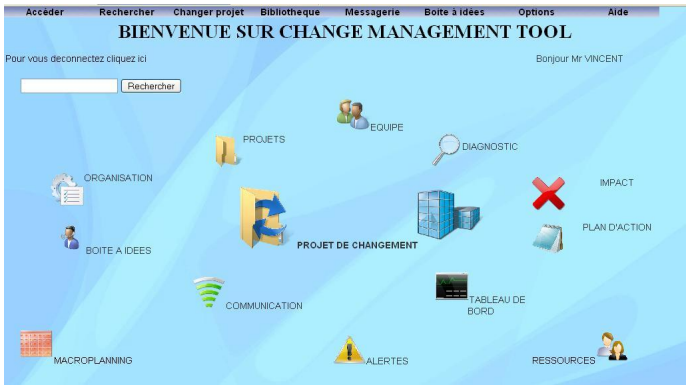


Fig. 2 : Ebauche de logiciel de gestion du changement

Forts de nos différentes travaux sur la coopération et l'influence de celle-ci dans les organisations, nous avons, dans le cadre de l'instrumentation des pratiques collaboratives de conception, étudié les capacités de personnalisation et d'adaptation des outils de type de SGDT (Système de Gestion de Données Techniques) et par extension des outils de Gestion du Cycle de vie du Produit (PLM, Product Lifecycle Management). Nous avons ainsi pu analyser leur intégration avec l'ensemble des outils mobilisés au long des processus de conception. Ce travail a permis d'explorer les possibilités d'évolution des outils existants mais également d'étudier la proposition de nouveaux outils spécifiques réellement dédiés à la coopération/coordination entre les acteurs en phases amont de conception en s'appuyant sur l'étude de leur besoins, des pratiques existantes, et de leurs interactions. Ces travaux ont permis d'établir les limites précises entre les mécanismes de coordination de projet envisagés et la gestion de projet opérationnelle. A ce titre et dans le cadre de la thèse de Guillaume Pol, inscrit en PhD à l'Université de Cranfield et présent au sein d'ESTIA Recherche, nous avons établi en 2004 un partenariat avec la société Ederena Concept, PME concevant des produits à base de structures en nid d'abeille, afin de répondre à ses besoins de rationalisation de ses flux d'information en conception et industrialisation. Un travail sur le terrain a permis de participer aux travaux menés en interne dans l'entreprise pour atteindre cet objectif, d'étudier de façon très précise l'organisation des activités de conception et

d'approfondir le rôle du chef de projet. Un travail plus spécifique de maquettage d'un outil de SGDT a été réalisé pour étudier son apport dans la rationalisation des flux d'information. Cette action s'est poursuivie en 2005 par une analyse plus fine des activités de collaboration en vue de les capitaliser pour le chef de projet et de lui permettre de déterminer les différents niveaux de flexibilité du processus de conception qu'il doit coordonner. Cette étude complémentaire, soutenue par le pôle régional EITICA, a abouti à la réalisation d'un outil informatique d'analyse des évènements collaboratifs que nous avons nommé CoCa (Collaborative Capture).

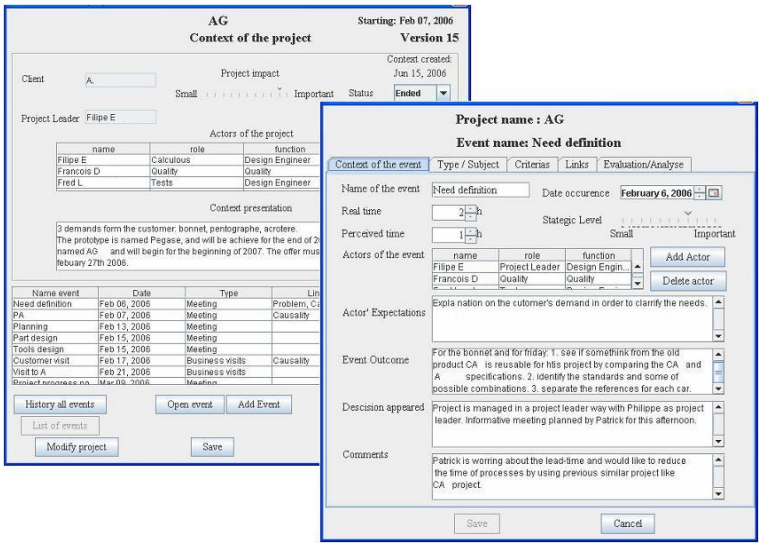


Fig. 3 : Outil informatique d'analyse des évènements collaboratifs (CoCa)

Enfin nous avons, à travers un partenariat avec un grand groupe pétrolier français en 2006, analysé les modalités de gestion des affaires nouvelles dans l'optique d'y apporter des améliorations allant dans le sens d'une modalité d'exécution plus simultanée et concourante. Ce projet basé sur des entretiens semi-directifs a permis une modélisation des processus actuels, un diagnostic sur l'organisation de ces processus et des recommandations tant sur les facteurs humains (formation, compétences) que sur le management (notion de projet) ou que sur le développement de dispositifs informationnels adaptés.

2.1.3 Les phases amont des projets de conception

L'objectif de ces travaux est de s'intéresser aux dispositifs (méthodes, outils, organisations) pour favoriser la créativité et l'innovation dans les phases d'avant-projet de la conception. Ce travail est essentiel car peu de travaux portent sur la rationalisation de ces phases amont qui sont peu maitrisées et de fait peu structurées. Notre objectif est de comprendre comment naissent et se développent de nouvelles idées de produit dans les compagnies industrielles. Que se passe-t-il entre le moment où une idée est générée et la décision effective de lancer un projet basé sur cette nouvelle proposition ? Comment ces projets se sont-ils progressivement construits ? Ces questions sont d'autant plus complexes que les premières phases de développement de produits innovants sont des périodes qui s'inscrivent dans des processus peu prédictibles et peu formalisés. L'analyse de ces phases fortement méconnues combine différents aspects socio-techniques qui mettent en jeu des questions de créativité et de négociation entre les différents acteurs (experts métiers, responsables techniques et opérationnels, chefs de projet, etc.). L'équipe a travaillé dans un premier temps sur une caractérisation de ces phases amont basée sur la sociologie de l'innovation. Un workshop a été organisé sur le thème des phases amont par l'équipe à l'occasion de la conférence internationale COOP (6th International Conference on the Design of Cooperative system). Dans un deuxième temps, de nouveaux outils informatiques ont été développés

pour permettre l'échange multi-acteurs d'informations non structurées sur ces phases d'avant-projets. Parmi ces outils, IDD (Innovation Développement et Diffusion), initialement développé au laboratoire 3S (thèse de J. Legardeur, 2001) a été repris et amélioré au LIPSI au sein d'ESTIA RECHERCHE par la thèse d'Olivier Pialot, G-SCOP et LIPSI ESTIA RECHERCHE, en cours, afin de proposer de nouveaux outils pour la gestion des portefeuilles de projets innovants. La thèse a pour but de développer des méthodes et outils qui permettent de manager le cycle de vie des idées. L'objectif étant de développer une approche intégrée de type ILM (Ideas Lifecycle Management). La soutenance de cette thèse est prévue pour mi-2008.

Par ailleurs, la thèse en cours d'Emilie Chapotot sur la capitalisation de l'usage des produits pour favoriser la conception de nouveaux produits permet d'imaginer une approche globale dédiée au management du cycle de vie des usages d'un produit. Nous avons caractérisé cette approche de type ULM (Usage Lifecycle Management). L'objectif de la thèse, dont la soutenance est prévue fin 2008, est d'imaginer un ensemble de méthodes et outils qui permettront de faire un retour en conception des informations capitalisées sur l'usage des produits pour permettre la genèse de solutions innovantes en phases amont.

Les travaux entrepris sur les phases amont des projets de conception ont naturellement trouvé des interactions avec l'axe de recherche du LIPSI consacré aux méthodes et outils pour la conception de produit. Des travaux communs, notamment une combinaison avec la CI (Conception Interactive), ont été réalisés pour proposer une démarche globale de conception qui permet d'instrumenter le processus des phases en amont des projets jusqu'à la phase de conception détaillée.

Perspectives

La première perspective, la plus naturelle, est de poursuivre l'implémentation informatique de nos modèles et leur confrontation opérationnelle permanente avec des situations industrielles réelles. Nos perspectives à partir de 2008 s'articulent principalement autour de deux axes complémentaires d'analyse de la coopération / coordination. Le premier se focalise sur une modélisation micro des interactions entre acteurs et se concentre sur les processus favorisant la créativité et l'innovation, en particulier dans les phases d'avant-projet. Il s'agira ici de développer de nouvelles approches pour stimuler l'innovation participative en proposant des concepts différents de ceux proposés par les boites à idées classiques dont le format statique ne permet pas une pleine exploitation du potentiel créatif des collaborateurs d'une entreprise.

Le second correspond à une vision macro et se concentre sur les mécanismes de pilotage des activités de conception, y compris dans leur interaction avec les environnements plus ou moins collaboratifs déjà existants (collecticiel, SGDT, etc). Cet axe sera mis en oeuvre à travers des projets de recherche appliqués comme le projet ATLAS et s'appuiera également sur des travaux plus opérationnels dédiés à la mise en oeuvre d'outils logiciels destinés à favoriser la collaboration entre acteurs, collaboration en présentiel comme collaboration à distance, en mettant à leur disposition des outils métiers personnalisés. Les thèses en cours portent bien entendu sur ces thèmes mais de nouveaux projets sont envisagés.

Ainsi, trois projets sont actuellement en cours d'évaluation finale quant à l'étude et à la mise en uvre de systèmes d'informations collaboratifs :

-le premier destiné à proposer un environnement mixte PLM - CRM (Product Lifecycle Management et Customer Requirements Management),

-le second spécialisé dans le domaine des SIG (Systèmes d'Information Géographiques) pour des environnements métiers délocalisés sur le terrain,

-le troisième enfin visant à concevoir de nouveaux types d'interaction lors des phases innovantes en conception ou des revues de projet.

Au vu des résultats probants du projet IPPOP, nous aimerions contribuer au développement et au déploiement d'une plateforme logicielle basée sur le premier prototype réalisé. Des travaux de recherche complémentaires devraient enrichir cette plateforme en ce qui concerne la capitalisation des

connaissances (réutilisation des expériences de projets passés par les responsables de projet), la gestion des compétences au sein des équipes de concepteurs, la prise en compte des mécanismes informels collaboratifs émergents et des réseaux d'acteurs (à capitaliser pour améliorer le suivi des projets dans une démarche complémentaire à la démarche exclusivement top-down actuelle), et l'intégration d'outils SGDT dans la plateforme.

La collaboration avec l'entreprise Ederena Concept devrait se prolonger. La durée de cette collaboration et le resserrement des liens établis constituent un atout pour nos travaux, en nous permettant de valider dans la durée les modèles et les outils que nous élaborons. La prochaine étape, qui accompagnera la nouvelle organisation par projets mise en oeuvre au sein de l'entreprise, nous permettra d'affiner notre analyse des évènements collaboratifs que le chef de projet peut exploiter pour flexibiliser le processus de conception, et de la capitalisation des connaissances destinées à améliorer la production de devis et le pilotage des évènements collaboratifs.

Quelques publications 2006-2007 d'ESTIA Recherche liées à ces travaux :

[1] Legardeur J., Merlo C., Fischer X., An Integrated Information System for Product Design Assistance based on Artificial Intelligence and Collaborative Tools, International Journal of Product Lifecycle Management, IJPLM, Undersciences, Vol. 1, n3, pp. 211-229, 2006. ISSN 1743-5110

[2] Girard P., Legardeur J., Merlo C., Product innovation through management of collaborative design in concurrent engineering, International Journal of Technology Management and Sustainable Development. IJTMetSD, Intellect, Vol. 6. No. 2, pp.151-164, 2007. ISSN 1474-2748

[3] Merlo C., Pol G., Legardeur J., Jared G., Analysing collaborative practices in design to support project managers, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, IJCIM, Taylor et Francis, Vol. 20. n 7, pp. 654-668, Octobre 2007. ISSN : 0951-192X

[4] Legardeur J., Merlo C. Fostering Creativity and Innovation during Early Informal Design Phases : Sociotechnical and psychology studies (Part1), Journal of Design Research, JDR, Undersciences, Vol. 6. No. 1, pp. 1-4, 2007. ISSN 1748-3050

[5] Merlo C., Legardeur J. Fostering Creativity and Innovation during Early Informal Design Phases : Methods and tools (Part2), Journal of Design Research, JDR, Undersciences, Vol. 6. No. 2, pp. 146-149, 2007. ISSN 1748-3050

On trouvera des références bibliographiques générales sur ces questions dans le rapport d'activité du LIPSI 2002-2005.

2.2 Interaction avec les produits

Les travaux décrits ici concernent différents aspects de la conception de produits, principalement mécaniques, et différents outils utilisés par les concepteurs. Dans la section 2.2.1, on cherche à améliorer la performance de la démarche de conception, en y intégrant dès les premières étapes non seulement les contraintes issues du cahier des charges (objectifs de conception, critères de performance), mais aussi les contraintes qui proviennent des lois physiques et des règles métier. Ceci permet de diminuer le nombre d'itérations dans le processus de conception, et donc d'en diminuer le coût. Cette démarche se décline à la fois en une méthodologie et en un outil informatique, qui intègre des contraintes appliquées à des modèles hétérogènes, où les variables prennent des valeurs numériques, des valeurs d'intervalles ou des valeurs discrètes, symboliques ou linguistiques. Dans la section 2.2.2, on s'intéresse à l'un des fondements essentiels des outils de CAO, la simulation numérique de phénomènes physiques. Le problème abordé concerne une alternative à la célèbre méthode des éléments finis : dans certains contextes, le maillage sous-jacent à cette méthode devient un obstacle, soit parce que des déformations importantes et rapides imposent de le recalculer fréquemment, soit parce que l'on doit considérer des échelles très différentes dans différentes parties du domaine. Les méthodes dites sans maillage sont alors en principe préférables, mais un travail de fond doit encore être effectué pour les adapter aux contraintes des bureaux d'étude.

2.2.1 Conception Interactive

2.2.1.1 Présentation générale

Les premières études réalisées en France dans le domaine de la conception inversée intégrée (CII) ont été déployées en 1998 dans le cadre d'une collaboration entre le LIPSI et le LEPT (aujourd'hui le TREFLE). Cette méthodologie de conception originale, qui agit sur les phases préliminaires du processus de conception de produits s'articule autours d'outils nouveaux dont l'objectif est de soutenir l'activité d'ingénierie de nouveaux produits. Les premiers travaux qui s'y rapportent portaient essentiellement sur une instrumentation numérique intelligente permettant d'abord la modélisation du problème de conception, puis sa résolution. Au LIPSI, la plupart de ces travaux étaient appliqués à des problèmes de mécanique des structures. En CII et plus largement en conception interactive (CI), la modélisation du problème de conception repose sur la mise en oeuvre combinée de techniques issues de l'intelligence artificielle et de méthodes numériques couramment utilisées en Mécanique (en particulier autour de la méthode des éléments finis). Ces assemblages originaux constituent des techniques de réduction de modèles, qui permettent la modélisation d'un problème de conception sous une forme parcimonieuse, exacte et explicite. Les modèles sont ensuite exploités à l'aide de techniques de calculs combinatoires appelées CSP (méthodes de calculs par satisfaction de contraintes). Les CSP permettent de traiter simultanément des variables à valeurs hétérogènes, de domaines continus (flous, intervalles, réels) ou discrets (entiers, linguistiques) et s'avèrent tout particulièrement adaptées au traitement d'un modèle de connaissances en conception. La thèse de X. Fischer (LEPT et LIPSI, 2000) et le travail conjoint avec J.-P. Nadeau et P. Sébastian (TREFLE) ont posé les bases de la démarche de Conception Inversée Intégrée, et démontré sa puissance au travers de la résolution d'un problème de conception mécanique réel, la conception d'un appareil à pression. Elaborée afin de renforcer l'innovation technologique et d'élargir la vision sous-jacente à la CII, la Conception Interactive telle que nous la décrivons ci-dessous résulte de la combinaison de travaux spécifiques, appuyés sur des théories d'ingénierie numérique et d'ingénierie de la conception. Elle est appliquée à des problématiques industrielles, pour le moment dans le champ de la Mécanique. Les principaux domaines d'application sont aujourd'hui : l'ingénierie du ski (collaboration avec Skis Rossignol), l'automobile et ses dérivés (TRW, Espagne ; Iecos, Mexique ; Praxair, Mexique ; Volkswagen, Allemagne), et l'aéronautique (Dassault Aviation ; IAI, Labein, Espagne). Nous décrivons d'abord les quatre grandes phases de la Conception Interactive, avant de préciser les contributions de l'équipe LIPSI à son développement.

-**Description du problème de conception :** il s'agit d'outils spécifiques permettant la description d'un problème de conception le plus tôt possible dans le processus de conception. Les démarches déployées combinent des approches fonctionnelles (analyse fonctionnelle), des méthodes de créativité (TRIZ et aide à l'innovation) et des méthodes issues de l'ingénierie des connaissances.

-**Modélisation du problème de conception :** il s'agit d'instruments dédiés à la construction d'un modèle réduit, qualifié et analytique du problème de conception. En amont, l'usage de systèmes embarqués garantit l'identification des comportements du monde réel ; en aval, les outils numériques classiques (fondés sur la manipulation de variables à valeurs réelles) combinés à des théories de modélisations floues, par intervalles ou discrètes soutiennent la modélisation des connaissances et des comportements.

-**Résolution :** la résolution des problèmes est mise en oeuvre avec des techniques CSP. Le LIPSI ne développe pas ce type d'outils, il utilise ceux qui sont conçus dans le cadre d'une collaboration (projet RNTL CO2) avec Dassault Aviation et un consortium (LIP6, LINA, TREFLE, LIPSI), en particulier l'outil CE (Constraint Explorer) conçu par Dassault Aviation, qui évolue en fonction des études menées conjointement.

-**Représentation des solutions :** il s'agit de nouveaux outils permettant l'exploration des espaces de solution de conception et leur représentation. Ces outils consistent à réduire les espaces de solutions par l'interprétation numérique des préférences, la création d'indicateurs de navigation et la mise en uvre d'un prototypage virtuel multi-sensoriel.

Cette démarche étend le propos de la CII, en considérant les réductions de modèles comme partie intégrante de la méthodologie, et en rendant interactive la représentation des solutions. Transversale, la CI donne lieu à des collaborations au sein du LIPSI avec les spécialistes des systèmes embarqués (pour l'analyse des comportements réels en vue de modélisations), les spécialistes de robotique (pour la conception de systèmes permettant l'interaction homme/monde virtuel) et les spécialistes de l'aide à la conception, notamment collaborative (pour l'implantation d'outils adaptés dans les processus).

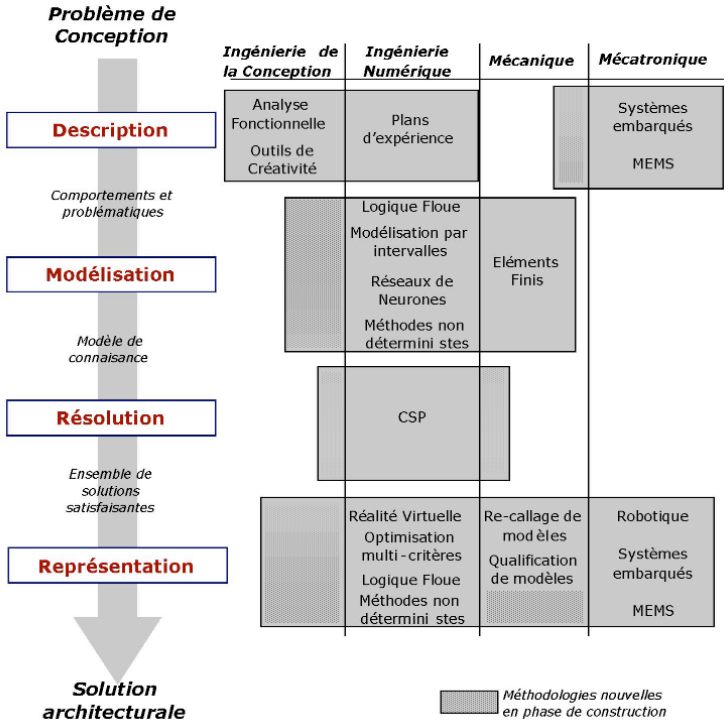


Fig. 4 : La Conception Interactive résulte de la combinaison d'outils adaptés et améliorés

2.2.1.2 **Résultats**

Le LIPSI apporte des contributions plus ou moins importantes à chacune de ces phases, au cours de travaux menés en collaboration avec des centres de recherche français et étrangers, parfois avec des implications industrielles fortes.

Techniques de description et de modélisation en conception interactive

Les travaux décrits ici ont été menés avec le TREFLE (J.-P. Nadeau, J.-R. Puiggali, P. Sébastian, J. Pailhès), le LGM (M. Danis) et le LMP (M. Cid). Tout d'abord, une méthodologie systématique de description, croisant approche fonctionnelle et comportementale, a permis de fournir une solution en matière de structuration et de qualification d'un modèle en conception (thèse de Y. Vernat, TREFLE et LIPSI, 2004). Notre formalisation de modèles, adaptée à la prise de décision en conception architecturale, garantit l'obtention de représentations à la fois parcimonieuses et exactes. Les modèles, plus faciles à exploiter en conception préliminaire et cohérents avec les attentes du concepteur, sont issus d'une méthodologie basée sur une décomposition fonctionnelle, l'utilisation de quatre critères spécifiques de qualification des modèles, et l'utilisation des techniques d'adaptation de modèles dédiés aux solveurs CSP. Un autre travail, mené selon une démarche parallèle, fournit une approche nouvelle permettant de croiser des modèles physiques et des modèles analytiques destinés à représenter les connaissances métiers relatives à la fabrication de pièces multi-matériaux mécano-collées, en préalable au développement d'un outil d'aide à la conception architecturale et routinière. L'originalité de la méthode proposée réside en

une nouvelle solution en matière de réutilisation des connaissances capitalisées (thèse de Ph. Etchart, LGM et LIPSI, soutenue en février 2007 , sous convention CIFRE avec l'entreprise Ederena Concept, Landes). Puis, une démarche plus spécifique centrée sur l'utilisation potentielle d'un produit, a conduit à accommoder approche fonctionnelle et sensorielle (thèse de R. Doré, TREFLE et LIPSI, 2004). Ce travail permet aujourd'hui de considérer, au plus tôt dans le processus de conception, les préférences des futurs utilisateurs d'un produit. La démarche s'articule sur :

- l'identification des fonctionnalités du produit,
- l'identification et la quantification des variables sensorielles pertinentes pour la réalisation des fonctionnalités du produit,
- l'identification et la quantification des Variables critères et des Variables de Conception pertinentes pour la réalisation des fonctionnalités du produit,
- l'établissement de relations entre les variables sensorielles et les variables de conception / variables critères.

Cette étude a été appliquée à la problématique du ski. Toujours dans le cadre de l'étude du ski, un travail particulier (thèse de M. Léger, LMP, TREFLE et LIPSI, sous convention CIFRE avec Skis Rossignol) a utilisé des méthodes issues de l'analyse comportementale et des systèmes embarqués pour décrire et modéliser de façon exhaustive le comportement thermomécanique d'un ski en phase d'utilisation. Cette analyse a permis d'éclaircir ce comportement, paradoxalement mal connu, et qui a des influences fortes sur les sensations et la performance des skis.

Modélisation en conception interactive

La conception interactive est fondé sur la simulation et la stimulation des interactions :

- physiques, entre les composants matériels d'un milieu,
- sensorielles entre les Hommes et les composants matériels d'un milieu,
- cognitives, dans milieu industriel.

Les modèles développés en conception interactive s'intéressent à la fois à la représentation :

- des comportements des composants d'un milieu, en réaction à des actions reçues de l'extérieur, - des interactions.

C'est avec une vision flexible, adaptative et granulaire que les modèles de comportement réduits sont établis pour former alors des modèles de composants ou d'environnement. Keny Ordaz (ESTIA Recherche et Ecole Centrale de Nantes) a apporté dans sa thèse des solutions exactes s'appuyant à la fois sur des théories avancées d'intelligence artificielle (systèmes multi-agents, logique floue et réseaux de neurones) et d'ingénierie numérique pour représenter d'une façon atypique les comportements des environnements matériels étendus. Fondamentalement, il permet la réalisation de modèles destiné au prototypage virtuel multi-sensoriel, pouvant être une ressource de la conception interactive.

Livier Serna (ESTIA Recherche et Ecole Centrale de Nantes) a étendu la représentation précédente en fournissant une solution nouvelle pour représenter les préférences expertes souvent discriminantes dans un processus de conception. D'une façon majeure, ces travaux apportent une solution à la problématique de modélisation des objectifs en optimisation et à la réduction des modèles d'optimisation, utilisés aussi en conception interactive. Mais principalement, combinés ces travaux réalisent la conception interactive. Ils trouvent un sens tout particulier lorsqu'ils sont intégrés dans la méthode de modélisation distribuée actuellement développée par R. Mejia (soutenance de thèse prévue en 2008 ; ESTIA Recherche et Ecole Centrale de Nantes). Stimulant au demeurant l'interaction cognitive dans un processus de conception préliminaire grce à des systèmes multi-agents, il permet alors la considération et la modélisation des interactions cognitives, sensorielles et physiques dans une démarche de conception innovante.

Aide à l'innovation et méthodes virtuelles en conception interactive

Les modèles exploités évoqués précédemment sont peuvent être traités avec les techniques CSP. Développé par Dassault Systèmes dans le cadre du projet RNTL CO2, piloté par Dassault Aviation, l'outil CE fournit des solutions complètes en matière de résolution. Le LIPSI ne participe pas à la réalisation des solutions techniques mais il contribue à la constitution des cahiers des charges.

La conception interactive qui cherchait avant tout à
- prolonger les outils classiques de CAO,
- soutenir et garantir l'aboutissement de projets industriels innovants,
- renforcer l'intégration des métiers très tôt dans le processus de conception,
- prolonger les méthodologies et outils de conception collaborative,

s'est réalisée dans différents outils alliant l'usage de techniques de simulations interactives permettant tant de considérer des approches cognitives que sensorielles ou physiques. Les résultats obtenus et la maturité des réflexions et des outils a permis la réalisation d'une première synthèse sur le thème de la conception interactive : il a s'agit d'une habilitation à diriger des recherches (X. Fischer, HDR Université Bordeaux 1, soutenue à l'ESTIA le 13 novembre 2007).

Représentation des espaces de solutions

Des travaux en cours s'intéressent à l'exploration et la représentation des espaces de solutions, déterminés par les outils CSP. Ces travaux, qui ont démarré à l'automne 2004, s'articulent autour de collaborations entre l'IRCCYN et le LIPSI. Ils concernent :

- la représentation interactive des solutions multi-dimensionnelles sous forme de composants et d'interactions (thèse de K. Ordaz),
- l'exploration et la réduction des espaces de solutions par le biais des préférences (thèse de L. Serna),
- Un soutien à la navigation dans les espaces de solutions, facilitant le recalage de modèles et la négociation (thèse de R. Mejia).

Fondés autour du concept de simulation, ces travaux tentent de garantir une représentation plus réaliste des prototypes virtuels en permettant à l'Homme d'agir sur l'environnement virtuel et de le ressentir. Les modèles, qui allient des techniques d'intelligence artificielle, d'ingénierie numérique avancée, de réalité virtuelle et des recettes basées sur des modélisations par agents, visent une retranscription fidèle des environnements virtuels en Mécanique.

L'utilisation de systèmes multi-agents structure l'architecture des modèles employés en conception interactive. Adaptés à l'origine aux activités multiculturelles et distribuées couramment pratiquées en conception de produits, ils constituent aussi une solution intéressante pour la représentation réaliste de comportements physiques.

2.2.1.3 **Impact et position à l'international**

Les techniques interactive de conception sont issues de 6 thèses et 1 HDR. Elles se sont construites à travers des projets pluridisciplinaires où l'ESTIA a incubé et maintenu des collaborations avec des acteurs issus :

- de l'Ecole Centrale de Nantes (laboratoire IRCCyN),
- des Arts et Métiers ParisTech ou de l'Université Bordeaux 1 laboratoire TREFLE UMR 8508),
- d'institutions étrangères telles que Clemson University et University of Central Florida (USA), City University of Hong Kong et Tsinghua University (Chine), University of South Australia (Australie), ITESM et CINVESTAV (Mexique).

La réussite des travaux émergents et l'originalité du concept a permis le développement :

- du journal international International Journal on Interactive Design and Manufacturing édité chez Springer Verlag appartenant à AIP PRIMECA, qui a été crée sous l'impulsion et la proposition de l'ESTIA (X. Fischer, éditeur en chef et fondateur) dans lequel l'ESTIA reste conseiller majeur,
- de la série d'ouvrages Research in Interactive Design édité chez Springer Verlag développé et maintenu conjointement par AIP PRIMECA et l'ESTIA,
- de la conférence internationale Virtual Concept , devenue aujourd'hui IDMME Virtual Concept patronnée et pilotée par AIP PRIMECA, où l'ESTIA reste un conseiller et un support technique fondamental.

Par ailleurs, ESTIA à l'origine de l'idée de création de plateforme Virtuelle internationale en conception interactive de produit, s'est à ce jour associée à Arts et Métiers ParisTech et AIP PRIMECA pour

développer de nouveaux outils dédiés à la collaboration internationale, tant sur un point pédagogique que scientifique. Ainsi, la conception interactive s'affirme à un niveau national, les équipes françaises devenant les donneurs d'ordre et la caution scientifique à un niveau international.

2.2.1.4 **Perspectives**

Des travaux futurs vont consister à intégrer les outils de Réalité Virtuelle dans le processus de conception interactive. Des applications sont imaginée dans le domaine du ski mais aussi de la conception des microcapteurs. Nous prévoyons bien sûr de continuer à développer et à enrichir la Conception Interactive. Nous avons déjà mentionné les travaux récemment entamés concernant la représentation et la navigation dans l'espace des solutions proposées par les outils de résolution de contraintes. Nous souhaitons aussi enrichir la démarche de la CI en faisant davantage intervenir des notions d'organisation des processus de conception interactive, d'analyse des comportements humains et d'ingénierie des connaissances. Enfin nous souhaitons éprouver et valider notre démarche en appliquant les méthodes de la CI dans d'autres domaines que la mécanique, en particulier en mécatronique.

L'ensemble de nos travaux dans ce domaine repose sur des collaborations, en France et à l'étranger. Nous allons bien sûr continuer à travailler avec nos partenaires historiques, le TREFLE et le LMP à Bordeaux, l'école centrale de Nantes et les partenaires universitaires et industriels du projet CO2. Mais nous avons aussi entamé de nouvelles collaborations, en particulier avec l'IRCCYN en ce qui concerne la représentation des espaces de solutions, et avec le RIATEC, Research Institute of Advanced Technology, de l'Université de Wolverhampton (qui est déjà un partenaire pédagogique du cursus ingénieur de l'ESTIA) en ce qui concerne l'intervention de notions d'ingénierie des connaissances dans les processus de conception intégrée. Enfin, nous avons initié des contacts avec des Universités et des Centres de recherche mexicains (Cinvestav, U. Guadalajara, Tec Monterrey, ITESM, Centro de Innovacin en Diseo y Tecnologa, UDLAP, CIATEQ), qui s'intéressent comme nous à l'ingénierie de la conception, notamment dans le domaine de la mécatronique et des interfaces multisensorielles homme / environnement virtuel. Les trois doctorants qui travaillent sur la représentation des solutions ont été recrutés par le biais de ces contacts. L'ouverture et les collaborations vers l'international vont se renforcer, notamment avec le Mexique (Cinvestv et ITESM) et les Etats-Unis (Clemson University).

Quelques publications 2006-2007 d'ESTIA Recherche liées à ces travaux :

[1] R.Mejia-Gutierrez, X.Fischer, F.Bennis, Virtual knowledge modelling for distributed teams : Towards an interactive design approach ,International Journal of Networking and Virtual Organisations (2008) **5**, **2**, 166-189

[2] R.Mejia-Gutierrez, X.Fischer, F.Bennis, A tutor agent for supporting distributed knowledge modelling in interactive product design, International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications (2008) **4**, **3/4**, 399-420

[3] K.Ordaz-Hernandez, X.Fischer, F.Bennis, Model reduction technique for mechanical behaviour modelling : efficiency criteria and validity domain assessment, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part C, Journal of Mechanical Engineering Science (2008), à paraitre.

[4] K.Ordaz-Hernandez, X.Fischer, F.Bennis, A Mathematical Representation for Mechanical Model Assessment : Numerical Model Qualification Method, International Journal of Mathematics Sciences (2007) **1**, **4**, 216–226

[5] K.Ordaz-Hernandez, X.Fischer, F.Bennis, Validity Domains of Beams Behavioural Models : Efficiency and Reduction with Artificial Neural Networks, International Journal of Computational Intelligence (2007) **4**, **1**, 80–87

[6] K.Ordaz-Hernandez, X.Fischer, F.Bennis, Granular modelling for virtual prototyping in interactive design, Virtual and Physical Prototyping (2007) **2**, **2**, 111–126

2.3 Interaction avec les outils

2.3.1 Méthodes numériques innovantes

2.3.1.1 Présentation générale

Méthodes sans maillages

Les méthodes sans maillage sont une alternative à la méthode des éléments finis, extrêmement répandue en ingénierie pour la simulation de phénomènes physiques. La méthode des éléments finis est robuste, facilement accessible dans des outils de qualité industrielle, mais elle souffre de quelques handicaps. Le premier est générique : la construction et la gestion du maillage sous-jacent à cette méthode sont coûteuses, souvent davantage que la résolution proprement dite. Le second dépend des domaines d'application : lorsque la simulation porte sur des domaines qui subissent de grandes déformations, le maillage se déforme tant qu'il faut remailler si l'on veut conserver la qualité des résultats. Cette dernière opération est délicate voire impossible dans le cas de géométries complexes.

Les méthodes sans maillage (où l'approximation se fait à partir de nœuds répartis sur le domaine étudié) évitent ces deux écueils : la suppression du maillage permet un passage plus aisé entre le modèle CAO et le modèle nécessaire pour la simulation, et la suppression du remaillage permet de traiter plus aisément des problèmes faisant intervenir de grandes transformations.

Malgré ces avantages, les méthodes sans maillage ne sont pas encore utilisées dans un contexte industriel et ceci pour trois raisons essentielles :

– peu de grands codes de calcul proposent ce type de méthodes.

– ces méthodes ne sont intéressantes pour l'ingénieur que lorsque le problème ne peut être résolu facilement par la méthode des éléments finis.

– ces méthodes induisent des changements conceptuels profonds pour l'utilisateur (suppression du maillage, de la notion d'éléments, complexité dans la définition et le choix des fonctions d'approximation)

L'objectif de notre travail de recherche est de faire évoluer les méthodes sans maillage afin de résoudre des problèmes réputés difficiles en élément finis, comme la modélisation du phénomène de solidification (équations de Stefan). Une partie de la puissance des méthodes sans maillage vient de la souplesse qu'offre la définition des fonctions d'approximation. En particulier, il est possible d'enrichir ces fonctions. Plus précisément l'enrichissement permet d'inclure au niveau des fonctions d'approximation des propriétés de la physique du problème à étudier. Par exemple pour simuler un problème de propagation de fissure, on peut enrichir les fonctions d'approximations situées en front de fissure avec des composantes de la solution analytique du problème. Il est ainsi possible, avec un faible nombre de nœuds, d'approximer avec une grande précision la solution du problème.

Il existe essentiellement deux méthodes pour enrichir les fonctions d'approximation. La première consiste à ajouter à une fonction d'approximation initiale une fonction enrichie. Les fonctions d'approximation initiale peuvent être des fonctions issues d'une méthode sans maillage ou d'une interpolation par éléments finis. Cette méthode est d'application universelle, et elle implique l'introduction de nouveaux degrés de liberté dans le problème, ce qui augmente sa taille et par conséquent le temps de résolution.

Une autre méthode d'enrichissement est applicable lorsque l'on utilise des fonctions d'approximation de type MLS (Moving least square). Ces fonctions d'approximation sont définies à partir d'un ensemble de fonctions élémentaires, et la fonction d'approximation finale sera une combinaison de ces fonctions élémentaires. Ainsi nous introduisons dans la définition de la fonction d'approximation la fonction unité et des monômes, de manière à pouvoir reproduire des fonctions polynômiales. L'ajout d'autres types de fonctions permet de reproduire à priori n'importe quel type de fonctions. Cette approche a été très peu utilisée car la matrice moment permettant de définir la fonction devient fréquemment singulière et l'enrichissement peut devenir global, ce qui est pénalisant lorsque la zone enrichie est mobile. Dans nos

travaux, nous avons montré qu'il est possible de s'affranchir de ces deux problèmes. Un autre avantage de cette méthode est de ne pas faire intervenir de nouveaux degrés de liberté dans le problème.

Réduction de modèle et méthode à pas parallèles

La résolution de problèmes instationnaires de grande taille demande de développer des schémas de résolution particulièrement novateurs afin d'obtenir des temps de résolution compatibles avec les exigences industrielles. Les méthodes de réduction de modèle et la méthode de pas parallèles sont plus particulièrement étudiées

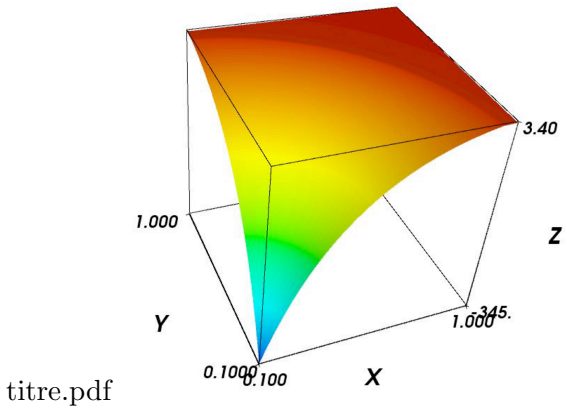
La méthodes de réduction de modèle consistent à étudier le comportement du système sur un temps court. A partir des informations recueillies, l'utilisation de la transformation de Karhunen-Loève permet d'extraire les paramètres (vecteurs propres) qui pilotent le phénomène étudié. Nos travaux ont montré que dans le cas de la thermique ou de l'élasticité, le nombre de vecteurs propres pertinent est faible (environ une dizaine). Comme la solution du problème est une combinaison linaire des vecteurs propres trouvés, le problème initial, qui pouvait comporter des milliers de degrés de liberté, se ramène à la résolution d'un problème réduit de petite taille.

Le point délicat de la méthode est d'obtenir rapidement une « bonne » base de vecteurs propres. Nous avons mis au point plusieurs algorithmes permettant d'obtenir et de corriger efficacement cette base, et ainsi de garantir la précisions des calculs obtenus.

La méthode de réduction modèle permet de diminuer de plusieurs ordres de grandeur la taille du problème à résoudre. La méthode de pas parallèles permet, sur un ordinateur à plusieurs processeurs, de résoudre le problème en parallèle. Pour cela nous découpons le temps en plusieurs intervalles, ensuite sur chaque intervalle de temps, nous effectuons une réduction de modèle. Nous obtenons plusieurs modèles réduits correspondant aux intervalles de temps. Un calcul peu coûteux permet ensuite d'obtenir la solution du problème sur l'intervalle de temps complet.

2.3.1.2 **Résultats**

Nos travaux sur les méthodes sans maillages ont débuté en 2002 avec la thèse de J. Trunzler. Nous nous sommes intéressés à la simulation des phénomènes présentant des discontinuités fixes ou mobiles. Notre travail a été mené en collaboration avec le LMSP (Laboratoire de Mécanique des Systèmes et Procédés, ENSAM, Paris). Une nouvelle méthode d'enrichissement des fonctions de forme MLS discontinues a été développée. Nous avons également montré l'intérêt d'utiliser un schéma d'intégration par collocation par points ou par sous-domaines. Cette formulation, écrite à partir de la formulation forte du problème, offre l'avantage de ne pas nécessiter l'intégration des fonctions d'approximation. Ces approches nous ont permis de résoudre efficacement le problème de Stephan simulant la propagation d'un front de solidification entre de l'eau et de la glace.



titre.pdf

Fig. 6 : Front de solidification eau-glace : champ des températures et sa dérivée (discontinue)

Nous avons ensuite développé de nouveaux schémas permettant la résolution des équations de Stokes incompressibles écrites sous la forme vitesse pression. Ce problème est difficile car les méthodes triviales conduisent à un calcul erroné du champ de pression. Notre travail a consisté à proposer plusieurs schémas basés sur des fonctions de forme de type MLS, couplées ou non, associées à un schéma de discrétisation de type collocation. Nos schémas ne présentent pas d'oscillation au niveau du champ de pression. De plus, les noeuds servant à construire l'approximation des champs de pression et de vitesse sont les mêmes presque partout et le degré de la base polynômiale est identique pour les deux approximations. Ceci nous permet de proposer des schémas de résolution plus simples à mettre en œuvre que les schémas décalés classiques.

Notre travail porte actuellement sur les approximations Hermite MLS. Dans ce cas, l'approximation est définie en chaque noeud par la valeur du champ à approximer et ces dérivées. Nous avons montré l'avantage de ces fonctions de forme pour résoudre le problème de Stokes incompressible. Dans ce cas, les oscillations au niveau du champ de pression sont évitées naturellement.

L'approximation Hermite est intéressante, mais elle augmente considérablement le nombre d'inconnues et par conséquent la taille du problème à résoudre. Notre expérience sur l'enrichissement des fonctions de forme nous à permis de développer des fonctions de forme de couplage entre les approximations MLS et Hermite MLS. Ainsi, nous pouvons utiliser une approximation Hermite MLS aux noeuds intéressants. Par exemple, nous avons traiter le problème de la plaques encastrée en définissant une approximation Hermite MLS uniquement sur les bords du domaine. Ainsi, il est possible d'appliquer les conditions aux limites de manière naturelle.

Depuis 2005, nous avons établi une collaboration avec des informaticiens pour appliquer notre savoir-faire au domaine de la reconstruction de surfaces définies à partir de nuages de points capturés par un scanner 3D. Il s'avère en effet que cette problématique repose sur le même socle mathématique que les méthodes sans maillage. En collaboration avec des chercheurs du LaBRI (et grâce au stage post-doctoral de l'un d'entre eux au LIPSI), nous avons appliqué notre travail sur les fonctions de forme discontinues au cas de la reconstruction de surface présentant des angles vifs. Ce travail a abouti au développement de démarches performantes et originales. Un module basé sur ce travail a été incorporé dans le logiciel de reconstruction de surfaces PointsShop3D. Actuellement le travail se poursuit autour du développement d'approximation Hermite MLS discontinues pour la reconstruction de surfaces.

2.3.1.3 **Projets et perspectives**

Nos développements futurs portent sur le développement de nouvelles fonctions MLS intégrant les informations issues d'une réduction de modèle. Une thèse est en cours sur ce sujet en collaboration avec le LMSP (ENSAM Paris) et le laboratoire Roberval (UTC).

Un autre axe de travail porte sur la simulation thermomécanique de composants électroniques. Une thèse, dans le cadre d'une convention CIFRE, vient de débuter sur le sujet. Nous travaux sur la réduction de modèle, sur la méthode à pas parallèles, et sur les méthodes sans maillages vont être adaptés aux exigences des simulations industrielles.

Quelques publications 2006-2007 d'ESTIA Recherche liées à ces travaux :

[1] P.Joyot, J.Trunzler, F.Chinesta, Accounting for Incompressibility in Reproducing Kernel Particles Meshless Approximations, European Journal of Computational Mechanics (2006) **Vol 15/5**, pp. 513-528

[2] P.Joyot, F.Chinesta, P.Villon, B.Khosnoudirad, Mixed MLS/Hermite MLS approximation for discretizing fourth-order partial differential equations encountered in beam and plate models, 2nd Eccomas Thematic Conference on Meshless Methods (2007) 197-204 Antonio Ferreira, Edward Kansa, Greg Fasshauer, Vitor Leitao 2nd Eccomas Thematic Conference on Meshless Methods (2007) Porto

[3] P.Joyot, F.Chinesta, B. Khosnoudirad, Hermite MLS approximation for discretizing fourth order partial differential equations encountered in beam and plate models, the 10th International ESAFORM Conference (2007) **907**, 1384-1389 American Institute of Physics Conference Proceedings ISBN 978-0-7354-0414-4 the 10th International ESAFORM Conference (2007) Saragoza

[4] P.Joyot, J. Trunzler, F.Chinesta, Accounting for Incompressibility in Reproducing Kernel Particle Meshless Approximations, 9th. ESAFORM Conference on Material Forming (2006) University of Strathclyde, Glasgow, UK

2.3.2 Simulation 3D et Interaction

Dans le domaine de la conception assistée par ordinateur de produit, les outils de simulation interactive multi-sensorielle suscitent un intérêt grandissant de la part des industriels, qui y voient la possibilité de diminuer le nombre de maquettes physiques d'un produit (prototypage virtuel). L'augmentation de la puissance de calcul et d'affichage des ordinateurs et la multiplication des périphériques de réalité virtuelle permettent de restituer des sensations visuelles, auditives, haptiques ou tactiles. Toutefois, ces avancées posent des problèmes de nature technique, scientifique, méthodologique ou cognitive. Notre travail concerne à la fois les problèmes soulevés par la simulation, et ceux que soulève la notion d'interaction. Au travers de la réalisation de plusieurs simulateurs, nous nous sommes confrontés à trois problématiques. D'une part le problème des capacités matérielles des ordinateurs qui ne suffisent pas toujours pour répondre aux besoins de réalisme des images synthétisées (rendu de la simulation). D'autre part la mise en oeuvre d'une architecture logicielle générique, modulaire et donc évolutive pour ces simulateurs dont la complexité ne cesse de croitre. Enfin, la définition et la précision du modèle physique nécessaires à une simulation réaliste. Qu'il s'agisse des simulateurs ou plus généralement des applications de Réalité Virtuelle, on constate une évolution assez limitée des techniques d'interaction. L'immersion de l'utilisateur est liée pour l'essentiel au seul sens de la vue, et le bénéfice tiré de l'immersion ne dépend ainsi que des propriétés de l'affichage : qualité d'image (photo-réalisme) et qualité de la surface d'affichage. Ce sont les problématiques évoquées ci-dessus. Il est clair aujourd'hui que la qualité de l'interaction constitue un facteur au moins aussi important pour plonger efficacement l'utilisateur dans l'application. Dans ce but, nous proposons des techniques pour améliorer les possibilités d'interaction des outils d'aide à la conception de produit. Nous présentons ci-dessous nos résultats en termes de simulateurs d'une part et d'interaction d'autre part.

2.3.2.1 **Les simulateurs** Les acteurs du marché de la formation sont de plus en plus intéressés par les outils de simulation interactive multi-sensorielle, qui permettent de dispenser des enseignements sans avoir à supporter le coût d'équipements réels ni celui des matières premières, en particulier dans les contextes où les équipements évoluent et doivent être renouvelés fréquemment. Nous avons développé à l'ESTIA depuis 1999 une compétence dans le développement de simulateurs d'entrainement, dont le premier était un simulateur de pêche et de navigation, aujourd'hui utilisé au Lycée Maritime de Ciboure (64). Nous avons achevé le développement de trois projets dans ce domaine. L'un concerne la simulation réaliste de paysages marins (thèse de J.-M. Cieutat, 2003, LaBRI et LIPSI) et enrichit le simulateur de navigation ; le second concerne la simulation de circuits électriques et électrotechniques (thèse de F. Legrand, 2004, IXL et LIPSI), en collaboration avec l'entreprise AlgoTech Informatique (Bidart) ; le dernier concerne la simulation d'un incinérateur de déchets (projet commun avec le LEPT-TREFLE et le LGPP-LaTeP). Ces trois projets sont maintenant en phase de valorisation.

Modélisation physiquement réaliste

Le travail accompli autour de la modélisation physiquement réaliste de sessions de simulation d'entrainement maritime aborde le problème selon plusieurs angles. En ce qui concerne la physique de la vague, un modèle de houle appuyé sur une approche de simulation d'une onde de surface nous a permis de simuler la forme et la propagation d'un train régulier de vagues depuis la pleine mer jusqu'au rivage en tenant compte des effets du courant et de la profondeur. De plus, un modèle de mer du vent basé sur une approche de simulation spectrale nous a permis de représenter les états de mer (définis sur l'échelle de Beaufort) en fonction des conditions de vent. En ce qui concerne la modélisation de la scène océane, une structure de données multi-grille à échelle fixe, combinée à des techniques d'affichage par

niveaux de détails et d'ajout de détails apparents, permet d'intégrer au sein d'un même outil interactif animé toutes les échelles, de la ride millimétrique à l'ensemble d'un golfe. Enfin, en ce qui concerne le rendu physiquement réaliste, le modèle d'éclairage est directement traité par une carte graphique programmable.

Fig. 7 : Rendu de la houle et de la surface de la mer, simulateur de navigation et de pêche

Simul'Elec

Le projet Simul'Elec (Simulateur de circuits Electriques intégré à un logiciel de DAO/CAO Electrique), mené avec l'IXL et la société Algotech'Informatique portait sur la modélisation de circuits électrotechniques en vue de leur simulation, et sur la réalisation d'un simulateur. L'ensemble des modes d'analyse intégrés dans ce simulateur permet de réaliser une étude complète d'une installation électrique. L'interface simple et efficace permet d'utiliser le simulateur aussi bien pour des applications industrielles que dans une approche pédagogique. La dernière phase du projet (financée par le pôle EITICA du Conseil Régional d'Aquitaine) nous a permis de valider nos résultats par comparaison avec des simulateurs reconnus sur le marché (en particulier SPICE) et par des essais sur un banc de test construit spécifiquement à cet effet. Ces essais ont amené une validation qualitative et quantitative d'un nombre important de modèles ainsi qu'une connaissance plus fine des comportements modélisés grce aux mesures sur le banc d'essai. La connaissance de ces comportements nous a permis de mettre en évidence les points à rectifier dans nos modèles, et ainsi de les améliorer. Enfin, nous avons pu estimer les performances de Simul'Elec vis-à-vis d'autres simulateurs utilisés dans le cadre spécifique de l'électrotechnique. Le simulateur SIMUL'ELEC a démontré un bon fonctionnement global. Les ordres de grandeur correspondent dans l'ensemble à ceux observés lors des simulations, et la sélectivité est en général bien respectée, même si des différences ont pu être observées. Cependant, en cas de résultats différents, le simulateur est la plupart du temps plus sélectif que la réalité : il fait apparaitre des défauts potentiels, ce qui renforce la sécurité d'utilisation. Le comportement global du simulateur est satisfaisant puisqu'en sélectivité totale, les résultats obtenus après simulation sont toujours ceux observés sur le banc. En sélectivité partielle ou en non-sélectivité, quelques rares résultats diffèrent entre les simulations et la réalité. Dans l'ensemble des cas, nous obtenons une meilleure précision que celle du calcul théorique qui est utilisé pour le dimensionnement des protections. Il reste à prendre en considération l'inertie thermique des déclencheurs pour la simulation de déclenchement quasi instantanés et la valeur-crête du courant de court-circuit pour les déclenchements rapides. De plus, le modèle devra prendre en compte plus précisément le comportement du disjoncteur dans la zone de jonction des deux déclencheurs, où une augmentation de 5% du court de court-circuit peut se traduire par une diminution de 99% du temps de déclenchement. La validation a donc prouvé les bonnes performances du logiciel, notamment dans ses parties les plus innovantes et les plus orientées vers l'électrotechnique. Conforté par ce bilan positif, Algo'Tech a mis sur pied le projet européen FRESH dont il est coordinateur et auquel participe l'ESTIA. Ce projet vise à proposer une solution complète de CAO électrique pour l'aéronautique allant de la reconnaissance de schéma papier, jusqu'à l'extraction d'informations environnementales dans des logiciel de CAO 3D comme Catia pour construire un modèle électrique pour un avion. On pourra simuler le comportement du modèle dans Simul'Elec afin de contrôler et de dimensionner les cbles et les équipements.

SIMAPI

Le projet SIMAPI, SIMulateur Aquitain de Procédé d'Incinération en 3D, a abouti à une maquette opérationnelle, qui permet aussi bien la formation de personnels que des démonstrations destinées à des décideurs (entreprises ou collectivités territoriales). Nos partenaires du LEPT ont fourni les modèles physiques de l'incinération, et nos partenaires du LGPP ont fourni une bibliothèque comprenant les décompositions ultimes des déchets. La contribution du LIPSI consistait en la conception de l'architecture logicielle et de l'animation du simulateur, ainsi qu'en la réalisation concrète de ce simulateur. Nous avons développé à cette fin une architecture modulaire qui permet de changer le procédé d'incinération, le modèle de l'usine virtuelle ainsi que l'interface de contrôle commande. Au sein de l'environnement 3D, le simulateur permet à un opérateur virtuel de circuler dans le bâtiment, d'actionner les valves et les pompes. Au sein de l'environnement 2D, le simulateur permet classiquement de contrôler l'usine. Cette maquette opérationnelle a été livrée en janvier 2002. Dans une seconde phase (01/2003 -11/2003), le soutien du Pôle Environnement du Conseil Régional d'Aquitaine nous a permis de confronter SIMAPI à un cas réel régional (en collaboration avec la Communauté d'Agglomération BAB et le CRT ESTIA-Innovation). Enfin, en 2003-04, nous avons entamé le travail de transfert de SIMAPI : d'un point de vue technique, nous avons porté SIMAPI sur une VisionStation (station de travail munie d'un écran hémisphérique) et dans la salle immersive (reality center) Hemicyclia à Bordeaux. Une démarche de communication a été réalisée par une professionnelle (identification de messages et de cibles, plaquettes, mailing, site web (http ://www.simapi.estia.fr), mais ce projet n'est pas jusqu'ici entré en phase d'industrialisation L'intérêt des personnes sollicitées est affiché mais nous sommes toujours en attente d'un partenaire pour passer en phase d'industrialisation.

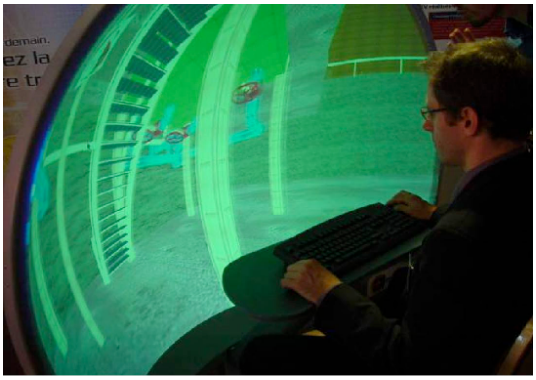


Fig. 8 : SIMAPI porté sur la VisionStation lors du Salon Virtual Concept de 2003

2.3.3 Interaction Tangible

2.3.3.1. **Problématique et positionnement**

Prendre en compte les facteurs humains dans la conception de produits impose bien sûr de prendre en considération l'utilisateur du produit au cours de la conception mais ce n'est pas la seule approche. Il est également important de prendre en compte l'expérience et le savoir-faire du concepteur pour lui proposer des outils de conception qui lui permettront de rationaliser sa conception. L'environnement informatique doit dépasser son rôle traditionnel d'outil pour devenir une réelle assistance aux concepteurs. Ces outils, permettant aux concepteurs d'interagir avec les modèles sur lesquels ils travaillent, doivent aller au-delà du traditionnel affichage sur écran ou de l'immersion visuelle 3D dans une scène pour permettre à des concepteurs de mieux envisager les différents aspects des produits sur lesquels ils travaillent. Or, qu'il s'agisse des simulateurs ou plus généralement des applications de Réalité Virtuelle, on constate un souhait d'évolution en ce qui concerne les techniques d'interaction. L'immersion de l'utilisateur est

liée pour l'essentiel au seul sens de la vue, et le bénéfice tiré de l'immersion ne dépend ainsi que des propriétés de l'affichage. Il est clair aujourd'hui que la qualité de l'interaction constitue un facteur au moins aussi important que la vue pour plonger efficacement l'utilisateur dans l'application.

Cette dimension d'*interaction avec les outils de conception* nous amène à proposer une démarche basée sur le champ de l'interaction homme-machine (IHM), qui appartient clairement au domaine des STIC, mais est centrée sur un champ d'application qui est quant à lui typiquement du domaine des sciences de l'ingénieur. Les techniques que nous proposons pour interagir avec la puissance de calcul et les simulateurs s'appuient sur l'utilisation d'interfaces tangibles, et au-delà sur le concept d'informatique ubiquitaire au travers de systèmes mixtes. Ces systèmes reposent sur la fusion des mondes physique et numérique, affranchissant ainsi les utilisateurs des barrières séparant ces deux mondes. De même que la souris a permis aux utilisateurs d'ordinateurs de se libérer d'une grande partie du command-line, on souhaite in fine, c'est une caractérisation de l'informatique ubiquitaire (ou informatique ambiante), étendre la notion d'interface à tous les objets de l'environnement afin de prendre en compte leur usage intuitif. A cette fin, on peut intégrer dans ces systèmes des interfaces tangibles (Tangible User Interface, TUI), qui permettent d'interagir avec l'objet de la tâche en manipulant des objets du monde réel. Dans la littérature, les TUI sont également appelées graspable user interface, natural user interface, tangible query interfaces. Ullmer et Ishii (Tangible Media Group, MIT Media Lab) ont été les premiers en 1997 à introduire ce concept, sous le nom de Tangible Bits. Les TUI permettent à un utilisateur d'utiliser des outils ou des objets physiques (props) pour manipuler des données virtuelles ou agir sur elles. Les mouvements que l'utilisateur réalise avec ses mains sur les interacteurs sont les entrées du programme. Les TUI permettent donc de réduire la distance entre l'utilisateur et la donnée, conformément au paradigme de l'informatique ubiquitaire : Utiliser des systèmes informatiques sans s'en apercevoir !

2.3.3.2 **Résultats et réalisations**

Notre démarche consiste en la prise en compte de l'utilisateur à tous les stades du projet. Nous nous appuyons sur de nombreux tests d'ergonomie et sur l'implication d'experts pour chacun des domaines applicatifs abordés (conception mécanique, géosciences, archéologie, ballets).

Interface Tangible pour la CAO : ESKUA

Fig. 9 : ESKUA

Nous avons commencé nos travaux sur les interfaces tangibles en 2001 avec le soutien scientifique de Pascal Guitton du LaBRI. Nous avons conçu et réalisé une première plate-forme à base de TUI pour optimiser l'assemblage de pièces mécaniques sous CAO (Conception Assistée par Ordinateur). Le système ESKUA (Expérimentation d'un Système Kinésique Utilisable pour l'Assemblage) que nous avons conçu ne cherche pas à remplacer la souris et le clavier mais les complète pour certaines activités du concepteur dans son usage des logiciels de CAO. Le démonstrateur permet de joindre et de manipuler

simultanément plusieurs pièces CAO à l'aide des interacteurs que nous avons développés. Les tests que nous avons conduits avec ce prototype ont démontré que l'utilisation de ces interacteurs pour manipuler les objets dans l'espace est réellement pertinente et performante. Cette plateforme a été en grande partie réalisée dans le cadre de la thèse de Ludovic Garreau (LaBRI et LIPSI, 2005).

Interface Tangible pour les Géosciences : GeoTUI

Fig. 10 : GeoTUI

Parallèlement à la conclusion de cette première étude, nous avons exploré les types d'interactions tangibles nécessaires à d'autres métiers que la conception mécanique. D'une part, en collaboration avec Maylis Delest du LaBRI et avec l'IFP à Pau, nous avons développé un prototype de table d'interaction multimodale (équipée d'outils, de règles qui sont autant de TUI) pour l'aide aux géophysiciens chargés de reconstituer un modèle tridimensionnel du sous-sol profond sur la base de l'interprétation de données sismiques, géographiques, etc..., et sur la base de leur expertise propre, de leurs règles-métiers. Les expérimentations de GeoTUI à l'IFP ont donné des résultats très satisfaisants. GeoTUI combine les avantages liés à un espace de travail traditionnel, carte papiers, crayons, règles, avec la puissance de simulation des logiciel de géologie. De plus les tâches réalisées par les géophysiciens sont suffisamment complexes pour nous avoir permis de confirmer par des résultats statistiques l'hypothèse de Fitzmaurice selon laquelle, dans des conditions d'espace multiplexé, l'utilisateur obtient avec des interacteurs tangibles spécialisés de meilleurs résultats qu'avec des interacteurs génériques [1,6,7]. Le système GeoTUI est conçu et réalisé dans le cadre de la thèse de Guillaume Rivière (LaBRI et LIPSI, prévue pour 2008).

Interface Tangible pour l'archéologie : ArcheoTUI

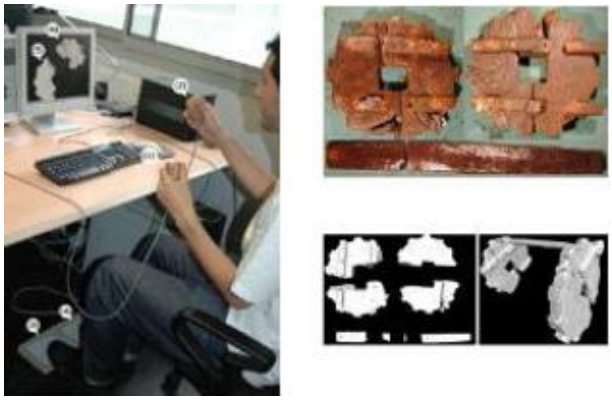


Fig. 11 : ArcheoTUI

D'autre part, en collaboration avec Patrick Reuter (LaBRI/INRIA-IPARLA) et avec l'quipe d'archéologues d'Ausonius nous avons proposé une interface tangible pour l'archéologie : ArcheoTUI. Les fragments

archéologiques trouvés sont souvent brisés en un grand nombre de fragments, et les archéologues sont confrontés la reconstruction de "puzzles" 3D d'une grande difficulté. Scanner les fragments et les assembler virtuellement est une solution élégante et c'est même parfois la seule solution. Une interaction efficace de la part de l'utilisateur pour orienter et mettre en position les pièces 3D est essentielle, éventuellement en complément de techniques de mise en correspondance automatique. Nous avons conçu ArcheoTUI sur la demande d'archéologues et en collaboration directe avec eux. Nous avons mené deux expérimentations avec des archéologues sur leur lieu de travail pour mesurer l'efficacité qu'apporte l'interaction tangible dans l'assemblage de fragments archéologiques numérisés en 3D [3]. Sur un plan plus général, nous avons récemment montré, avec cette application, que pour un mécanisme d'embrayage des pédales sont à privilégier par rapport à des boutons sur les interacteurs tangibles. En effet, avec les pédales les mouvements des mains des utilisateurs sont plus proches (qu'avec les boutons) des mouvements réels réalisés lors d'une tâche réelle d'assemblage. Ainsi, les utilisateurs peuvent rester concentrés sur la tâche d'assemblage et faire chaque mouvement avec toute l'ampleur voulue.

Interface Tactile pour le déplacement d'un piéton : TactiMod

Fig. 12 : TactiMod

Nous avons étudié également les apports des retours tactiles dans la réalisation d'une tâche donnée tout en restant concentré sur la réalisation d'une autre tâche plus complexe [2]. Nous avons en particulier mené des évaluations qui nous ont conduites à affirmer qu'il est possible de diriger et d'orienter un utilisateur se déplaçant pour le faire aller d'un point A à un point B non prédéterminé sans le distraire en utilisant un terminal mobile augmenté de retours tactiles (par exemple pour guider le visiteur d'un musée sans l'empêcher de voir les oeuvres exposées, projet TactiMod). Nous sommes aussi engagés dans un projet de capture des émotions (e-motion) en collaboration avec L. Nigay, LIG, qui fait du corps de l'acteur un TUI. Cette idée est appliquée pour le moment à un projet artistique avec les Ballets de Biarritz, mais elle pourra aussi s'appliquer à l'aide aux opérateurs en condition de stress (pilotes d'avion, etc...). Dans le contexte de l'informatique affective, nous proposons un modèle d'architecture logicielle, décrit à deux niveaux de granularité, permettant l'intégration de l'émotion dans un système interactif. La solution architecturale préconise trois modules propres à la capture et à la gestion de l'émotion. Cette modularité augmente la modifiabilité du code et réduit la complexité de programmation [5]. C'est l'objet de la thèse d'Alexis Clay (LaBRI et LIPSI, prévue pour 2009). Ces explorations, qui nous éloignent du strict paradigme des TUI, enrichissent considérablement notre approche de l'interaction tangible qui fait du geste l'élément essentiel de l'interaction.

Interface Gestuelle et reconnaissance de l'émotion : e-motion et CARE

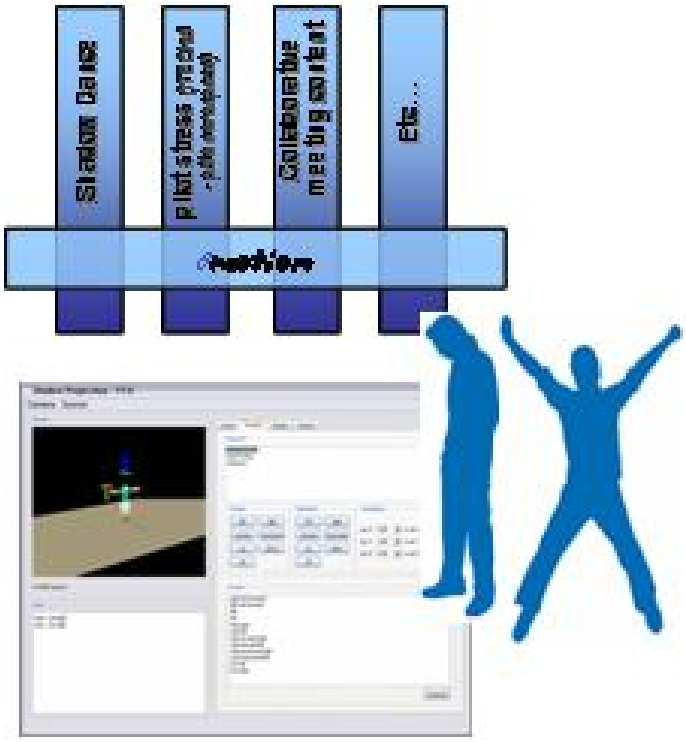


Fig. 13 : e-motion

Tous ces systèmes sont à la fois des systèmes interactifs et mixtes (tel que défini ci-dessus). C'est forts de cette expertise que nous avons initié avec Laurence Nigay du LIG, un projet national autour de la réalité augmentée et de l'émotion. Le projet CARE (Cultural Experience : Augmented Reality and Emotion) regroupe des expertises françaises complémentaires et variées sur ces deux domaines. Il est financé par l'ANR (RIAM) de 2007 à 2010.

2.3.3.3 **Axes de travail**

Nous proposons plusieurs axes d'investigations devant nous conduire vers des résultats d'une portée générale pour l'interaction tangible.

- Poursuivre le développement de techniques d'interaction mettant en oeuvre des interfaces tangibles spécifiques pour les domaines des géosciences, de l'archéologie et de la CAO. Cela nous conduira à affiner l'interaction tangible avec des données 3D. En particulier nous souhaitons approfondir nos études sur les positions relatives et les orientations des pièces 3D relativement aux interacteurs manipulés et proposer une solution pour gérer le lien entre les collisions des objets réels (les interacteurs tangibles) et les objets virtuels associés (que ce soient des pièces mécaniques CAO ou des fragments éologique numérisés).

- Aborder le développement de techniques d'interaction mettant en oeuvre des interfaces tangibles génériques pour supporter des opérations communes à diverses applications, en particulier dans un environnement de type surfaces interactives (table, mur, ?).

- Observer la gestion des transitions : transitions entre plusieurs interacteurs tangibles, transitions entre une interaction tangible et une interaction gestuelle sur table, mais aussi transitions entre plusieurs utilisateurs interagissant sur les mêmes données autour d'une table. Grâce aux résultats de ces observations, proposer des modèles d'architecture de systèmes interactifs qui puissent ément prendre en compte la gestion de ces deux modalités d'entrée (tangible et geste) dans un contexte collaboratif.

- Obtenir les résultats précédents nécessitera d'une part la réalisation de prototypes et d'autre part de mener des expérimentations. Nous voulons capitaliser ces expériences pour établir des critères

d'évaluation des interfaces tangibles dans le but de pourvoir les comparer objectivement aux plus "classiques" techniques d'interaction.

2.3.3.4 **Logiciels et plateformes**

Plateforme ESKUA (Expérimentation d'un Système Kinésique Utilisable pour l'assemblage), interface tangible pour l'aide à l'assemblage de pièces mécaniques sous CAO, réalisée avec le soutien scientifique du LaBRI, voir http ://www.estia.fr/ eskua.

GeoTUI, table de travail collaboratif instrumenté pour la validation d'hypothèses en géosciences, réalisée en collaboration avec l'Institut Français du Pétrole et le soutien scientifique du LaBRI, voir http ://www.estia.fr/ geotui.

e-motion, architecture logicielle pour la conception et la réalisation de système interactif intégrant l' émotion, réalisée en collaboration avec les ballets de Biarritz et le LIG, en relation avec National Tsing Hua University, Taiwan, voir http ://www.estia.fr/ emotion.

ArcheoTUI, interface tangible pour faire de l'assemblage de fragments archéologiques, réalisée en collaboration avec l'Archeopole à Bordeaux et l'INRIA-IPARLA, voir http ://www.estia.fr/ emotion.

Quelques publications 2006-2007 d'ESTIA Recherche liées à ces travaux :

[1] N.Couture, G. Rivière, Faisabilité dune Interface Tangible pour la Validation dHypothèses en Géosciences, Proceedings of Ubimob'06 (2006) 163-164 3è Journées Francophones Mobilité et Ubiquité (Ubimob'06) (2006) Paris

[2] N. Couture, S. Minel, TactiMod dirige et oriente un piéton, Proceedings (2006) 9-16 Ubimob (2006) Paris

[3] P. Reuter, G. Rivière, N. Couture, N. Sorraing, L. Espinasse, R. Vergnieux, ArcheoTUI - A Tangible User Interface for the Virtual Reassembly of Fractured Archeological Objects, Proceedings of VAST'07 (2007) 15-22 The 8th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (VAST'07) (2007) Brighton

[4] F. Legrand, M. Azurmendi, F. Martin, L. Fontan, J-J. Charlot, N. Couture, SimulElec, a Delphi written simulator for power Electrical Engineering, using VHDL-AMS modeling, Proceedings of BMAS 2007 (2007) OO-00 IEEE International Behavioral Modeling and Simulation Conference (2007) San Jose

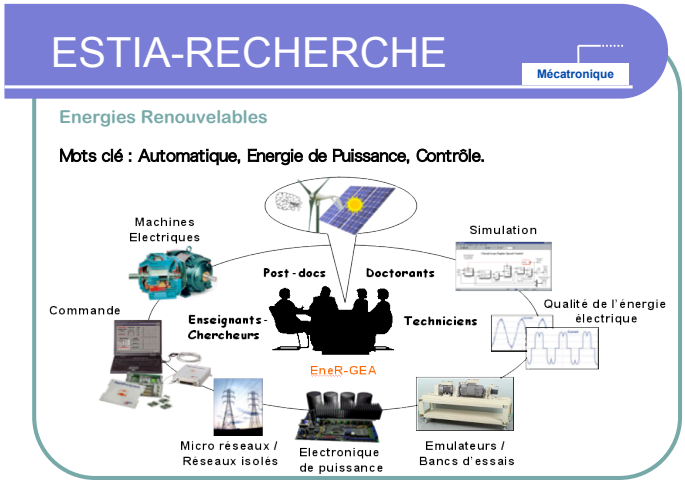
[5] A. Clay, N. Couture, L. Nigay, Emotion capture based on body postures and movements, Proceedings of the International Conference on Computing and e-systems 2007 (TIGERA'07) (2007) Taylor & Francis International Conference on Computing and e-systems 2007 (TIGERA'07) (2007) Hammamet

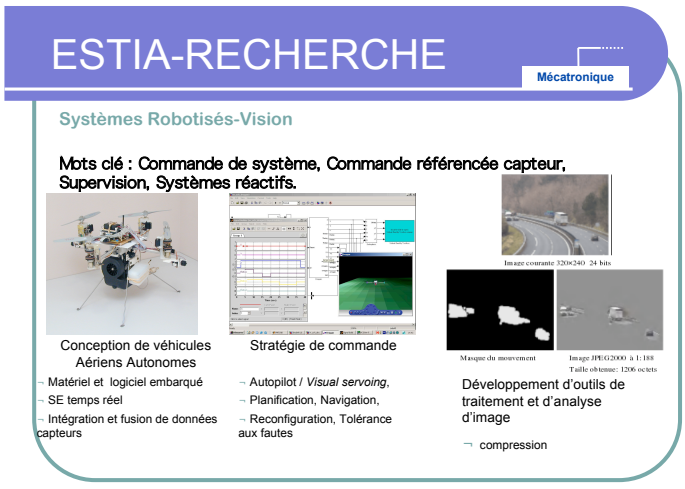
[6] N. Couture, G. Rivière, Etude d'interacteurs pour la sélection d'une ligne de coupe depuis une carte, Proceedings of IHM '07 (2007) 299-302 19ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM'07) (2007) Paris

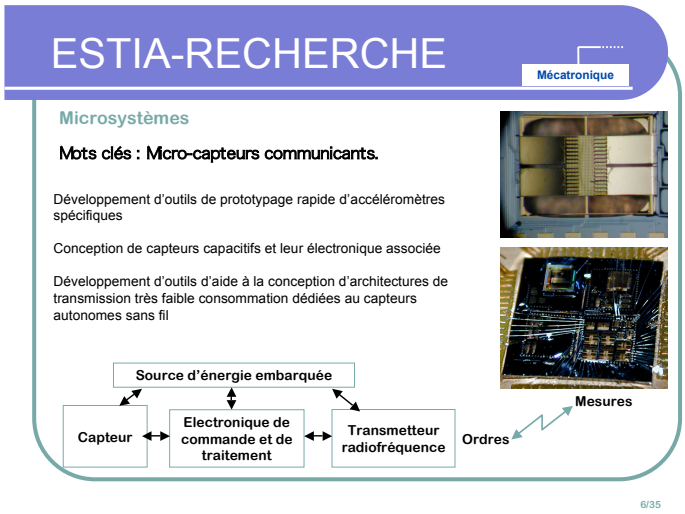
[7] N. Couture, G. Rivière, Table interactive et interface tangible pour les géosciences : retour d'expérience, IHM'07 - Atelier "Tables Interactives" (2007) 23-26 19ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM'07) (2007) Paris

Chapitre 3

Conception et commande de systèmes mécatroniques (LIPSI)







Cette section concerne la conception de systèmes complexes. Dans la section 3-1, le secteur d'application est celui de la production d'énergie renouvelable, au moyen d'éoliennes ou de systèmes hybrides, mêlant plusieurs sources d'énergie (éolienne, photovoltaique, etc).

Les travaux rapportés dans la section 3-2 portent sur la conception de robots mobiles de petite taille, dans lesquels la commande interagit avec des capteurs miniaturisés, et sur la conception de tels micro-capteurs.

3.1 Génie électrique et automatique au service des énergies renouvelables

L'objectif est ici de mettre des compétences en électrotechnique, automatique et électronique de puissance au service du développement de la production électrique basée sur les énergies renouvelables. Ceci nous a conduit à des actions dans trois directions complémentaires :

1. Améliorer le pilotage et la commande de processus de production d'électricité à partir de sources renouvelables.
2. Résoudre les problèmes techniques que pose l'insertion de sources d'énergie renouvelable dans des réseaux de petite dimension.
3. Augmenter la sensibilisation du public à la problématique des énergies renouvelables.

3.1.1 Pilotage et commande

Présentation

Notre travail sur le pilotage et la commande de processus de production d'électricité à partir de sources renouvelables concerne principalement les aérogénérateurs de grande taille que l'on trouve dans les grandes fermes éoliennes. On souhaite améliorer la commande des éoliennes de façon à augmenter à la fois leur productivité, leur fiabilité et la qualité de l'énergie produite, ce qui permet de diminuer le prix de revient du kWh éolien. Les progrès des deux dernières décennies ont déjà permis un fonctionnement acceptable, mais il reste des marges de progression importantes pour affiner les stratégies de commande et par là diminuer les coûts. Les aérogénérateurs étudiés sont à vitesse variable et à régulation pitch. Cela signifie d'une part que le couplage machine électrique / convertisseur de puissance permet de faire varier la vitesse de rotation de la machine électrique et donc celle de la turbine éolienne, principalement

pour augmenter le rendement aérodynamique du système et amortir les charges mécaniques du train de puissance. D'autre part, la régulation pitch concerne le fonctionnement en pleine puissance où la vitesse du vent incident dépasse la vitesse de vent nominale et la puissance captée par la turbine éolienne doit être limitée à la puissance nominale de la machine électrique. Cette limitation, ou régulation, est réalisée en faisant varier l'angle de calage (pitch) des pales de l'aéroturbine. Une optimisation de la commande de l'angle de calage permet de plus de réduire les charges de fatigues subies par les pales et la tour de l'éolienne, et par suite de réduire la masse de ces composants ainsi que les besoins de maintenance, tout en augmentant leur durée de vie. Il en résulte une énergie électrique d'origine éolienne sensiblement moins chère.

Résultats

Ces aérogénérateurs sont des systèmes complexes, et un gros travail de modélisation a été réalisé, en collaboration avec l'Université de Mondragòn, pour représenter leur comportement dynamique en simulation [1]. Ces modèles implémentés sur Matlab-Simulink permettent d'analyser différentes lois de commande et notamment d'examiner le rendement énergétique, la qualité de la puissance électrique et les charges mécaniques subies par la structure des éoliennes. Des lois de commande innovantes ont été conçues pour chacune des zones de fonctionnement.

En charge partielle, lorsque la vitesse de rotation maximale n'est pas atteinte, l'objectif prioritaire est d'optimiser le rendement aérodynamique de l'éolienne. La Commande Indirecte de Vitesse, qui est implémentée dans les aérogénérateurs commerciaux, a été comparée à une Commande Directe de Vitesse (CDV) conçue pour augmenter la dynamique de commande de l'éolienne et ainsi optimiser le rendement aérodynamique. Des essais de simulation et des essais réalisés sur un banc d'essai de 18 kW émulant, par une méthode particulière, une éolienne de 180 kW ont démontré que la CDV augmente effectivement le rendement aérodynamique [2]. Toujours en charge partielle, mais lorsque la vitesse de rotation a atteint sa valeur nominale, il faut avant tout éviter les fluctuations du couple mécanique dans le train de puissance et de la puissance électrique produite. La vitesse de rotation étant constante dans cette zone de fonctionnement, le couple fourni par la turbine oscille aux fréquences multiples entières de cette vitesse de rotation, à cause d'effets aérodynamiques tels que le rotational sampling, l'ombre de la tour, le cisaillement du vent, ces fluctuations entranant des émissions de flicker Un contrôleur numérique robuste, permettant de diminuer l'amplitude des oscillations du couple mécanique et de la puissance électrique dans ce contexte a été conçu, en utilisant la méthode du placement de pôle avec calibrage de la fonction de sensibilité. Les résultats de simulation ont été convaincants [3].

En pleine charge, la vitesse de rotation étant encore constante (égale à sa valeur nominale), le couple fourni par la turbine oscille aussi. En plus des objectifs de la zone précédente, on souhaite ici que les pales n'oscillent pas trop, pour éviter une fatigue mécanique importante. Un contrôleur conçu avec la même méthode que dans la zone précédente a démontré son efficacité en simulation [4].

Sur la base des modèles et des lois de commande précédemment citées, des lois de commande avancées (notamment multivariables) ont été développées par certains membres du groupe, en collaboration avec X. Guillaud (L2EP, Lille) et F. Lescher (doctorant à l'Université de La Rochelle, sous la direction de P. Borne, Lille). En parallèle, et pour mieux encore prendre en compte les éléments mécaniques, nous avons travaillé sur un projet ambitieux d'optimisation de la commande d'éoliennes grce à des micro-capteurs. La nature de ce projet a impliqué une collaboration avec les micro-électroniciens du LIPSI et de l'IXL (Bordeaux). Il s'est agi de recueillir en temps réel les informations sur l'effort mécanique subi par l'aérogénérateur et de les utiliser dans l'algorithme de commande. Cela permet de prendre en compte la nature chaotique du vent et la flexibilité de certains éléments de l'aérogénérateur. Les algorithmes de commande conçus ont été testés en simulation avec succès [5, 6].

Perspectives

Les résultats du projet associant des micro capteurs et des lois de commande avancées pour le contrôle commande des éoliennes ont intéressé des universitaires et industriels, notamment du Danemark et des Etats Unis. C'est pourquoi il est prévu de prouver l'efficacité des algorithmes de commande

conçus, dans un premier temps avec du hardware in the loop, puis sur une éolienne réelle.

Fig. 14 : Micro-éolienne et panneaux photovoltaiques à l'ESTIA

3.1.2 Réseaux de petite dimension

Présentation

Notre travail sur l'insertion de sources d'énergie renouvelable dans des réseaux de petite dimension a pour application principale les réseaux faibles, en particulier les réseaux isolés ou les réseaux situés sur des iles. Il s'agit d'une part de définir des commandes efficaces permettant à un petit système d'énergie hybride (éolien, photovoltaque, piles à combustible, etc) de fournir une énergie de qualité constante malgré les aléas du soleil et du vent, et pour cela de recourir lorsque cela est nécessaire à un générateur diesel et à des systèmes de stockage d'énergie d'une façon qui soit économe, et aussi transparente que possible pour les consommateurs. Les nouveaux systèmes de génération distribués doivent de plus fournir des services au réseau auquel ils sont connectés pour en améliorer la stabilité. Il faut pour cela que la puissance active et réactive de ces systèmes soient régulables sur tout leur champ de fonctionnement. Cela permet d'aider à maintenir le plan de tension et la fréquence du réseau.

De plus, les systèmes de génération distribués ne doivent pas se déconnecter du réseau lorsqu'une perturbation importante telle qu'un creux de tension se produit, car leur déconnexion augmente l'instabilité du réseau. Ces systèmes doivent en fait non seulement rester connectés, mais de surcroit aider le réseau à revenir à son état normal.

Les réseaux du futur devront prendre en compte ces nouvelles fonctionnalités des systèmes de génération électriques.

Résultats

Un système d'énergie hybride (SEH) éolien - photovoltaique - diesel de moyenne puissance a été dimensionné puis modélisé sur Matlab-Simulink pour analyser le couplage avec un petit réseau isolé. Nous avons étudié l'effet de perturbations provenant du réseau sur ce SEH, ainsi que les services que ce système peut fournir au réseau. Nous nous sommes pour l'instant surtout intéressés au régime déséquilibré, très courant dans cette configuration. Une commande avancée de l'onduleur reliant le SEH au réseau a été conçue pour fournir une tension triphasée sinusodale équilibrée même en présence de charges non équilibrées (thèse de I. Vechiu) [7]. Il est en effet important que la tension produite par le SEH soit équilibrée pour éviter d'endommager ou de perturber certaines charges.

Un banc d'essai adapté a été conçu pour valider les résultats de ce projet [8]. Il est en effet souhaitable de tester ces résultats sur un banc de simulation, avant de passer à des tests sur installation réelle, plus coûteux. D'importants travaux ont été réalisés en 2004 (post-doc d'O. Curea) pour définir ce banc, de façon qu'il permette la validation des travaux de I. Vechiu, mais aussi qu'il puisse servir à la validation de nos travaux à venir, concernant de nouveaux modules d'électronique de puissance conçus à l'ESTIA pour la société EnerSafe (voir plus bas) et d'autres types de réseaux hybrides (qui incluront notamment

le recours à des piles à combustible). Ce dernier objectif a fait l'objet du travail de post-doc de S. El Amani, qui a défini des plans d'expérience destinés à tirer le meilleur parti du banc d'essai à notre disposition. Ces plans sont conçus pour se dérouler sur plusieurs années.

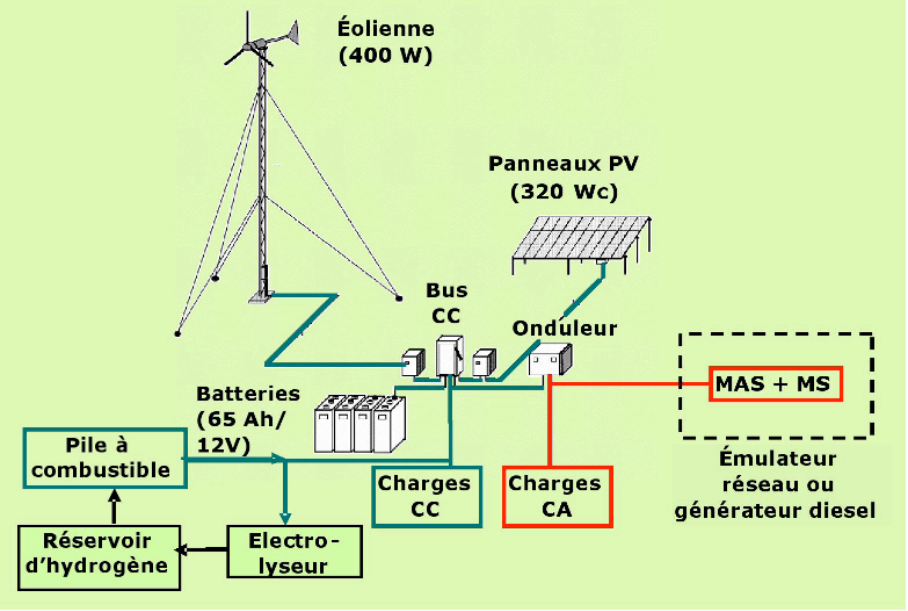


Fig. 15 : La plateforme hybride, dans sa configuration finale

Un autre projet en phase finale, a porté sur l'étude du comportement des éoliennes à Machines Asynchrones Doublement Alimentées (MADA) (le type de machines le plus utilisé dans les éoliennes modernes), face aux creux de tension se produisant dans le réseau. De nouvelles lois de commandes des convertisseurs de la MADA ont été conçues et brevetées pour faire face à ce phénomène (thèse de I. Martinez, chercheur invité co-dirigé par H. Camblong).

Par ailleurs, nous avons commencé à travailler avec la société EnerSafe qui souhaite se spécialiser dans les stations de production d'électricité isolées. Une expertise JESSICA pour le compte de cette société concernait la faisabilité de la réalisation d'un système d'électronique de puissance permettant la mise en uvre de stations isolées utilisant à la fois les énergies solaire et éolienne. Ce projet de transfert vise à assurer la sommation optimisée des productions d'énergie électrique produites par un ensemble de générateurs hybrides (panneaux photovoltaques et micro-éoliennes) et la charge efficace de batteries d'accumulateurs, au moyen d'un dispositif électronique modulaire. Un tel dispositif hybride d'électronique de puissance n'existe actuellement ni sur le marché français, ni sur le marché mondial pour des installations isolées exploitant simultanément plusieurs types d'énergies renouvelables. A la suite de l'expertise Jessica, une étude de ce système a été réalisée dans le cadre d'un projet PTR du réseau Action.

La solution de l'étude du projet PTR est en train d'être implémentée pour fabriquer des modules d'électronique de puissance spécialisés pour ce genre d'applications. Les résultats de ce projet donneront lieu si possible au dépôt de brevets.

D'autre part, nous travaillons depuis plusieurs mois avec la société Elyo et les compagnies d'électricité de Nouvelle Calédonie (EEC, filiale d'Elyo), de Guadeloupe et de Corse (EDF-SEI), sur les problèmes d'intégration de l'énergie éolienne dans les réseaux insulaires de Corse, de Nouvelle Calédonie et de Guadeloupe. Il s'agit en particulier d'étudier les conditions de stabilité de ces réseaux, l'influence de nouveaux parcs éoliens sur cette stabilité, l'apport de la prédiction météorologique à court et moyen terme et l'apport de l'utilisation de systèmes de stockage inertiel pour améliorer cette stabilité et la

tenue des éoliennes face aux fortes perturbations provenant de ces mêmes réseaux. Le projet nécessite de nombreuses études in situ, que les compagnies d'électricité concernées sont en train de financer. L'Ademe participe au financement du projet.

Le projet européen Microgrids, dans le cadre de l'action COOPENER du programme Energie Intelligente de la commission Transports et Energie a démarré en décembre 2005 et s'est terminé en décembre 2007. Coordonné par Robotiker (Pays Basque d'Espagne) et impliquant notamment des Ministères et collectivités territoriales sénégalaises, ce projet a eu pour but de promouvoir les microréseaux et les systèmes d'énergie renouvelables pour l'électrification de zones rurales dans les pays en développement. Pour cela, des actions de formation (pour des acteurs industriels, universitaires et administratifs du Sénégal), de promotion (conférences), d'étude des besoins d'électrification rural (par le biais d'enquêtes notamment) et de RetD (développement d'un Kit Microréseau facile à installer) ont été menées.

Un projet Aquitaine-Euskadi en partenariat avec le centre technique de Zamudio (à côté de Bilbao) de Robotiker a été réalisé en 2005-2006. L'objectif du projet a été de valider expérimentalement des concepts innovants pour la conception des équipements électroniques nécessaires pour une intégration efficace des énergies renouvelables dans le réseau électrique.

Perspectives

La mise en place de la plateforme d'étude conçue dans le cadre du post-doc d'Octavian Curea continuera les années qui viennent, notamment par l'introduction de systèmes de stockage innovants tels que l'association de piles à combustibles et d'électrolyseurs, des batteries à circulation d'électrolyte ou un volant d'inertie. Cette plateforme permettra de valider divers résultats de simulation, notamment ceux concernant l'étude réalisée dans le cadre de la thèse doctorale d'Alvaro Llaria au sujet du passage en lotage d'un SEH et de la gestion des charges par le bais d'un réseau de communication sans fils. La solution de l'étude du projet PTR sera implémentée pour fabriquer des modules d'électronique de puissance spécialisés pour ce genre d'applications. Les résultats de ce projet donneront lieu si possible au dépôt de brevets.

Un projet ANR jeunes chercheuses et jeunes chercheurs a été déposé sur la Commande de micro réseaux électriques du futur.

3.1.3 Sensibilisation aux énergies renouvelables

Présentation

Notre dernier champ d'intervention, de nature moins directement technologique, est néanmoins complémentaire des précédents. Il s'agit de sensibiliser le public à la maitrise de la consommation d'énergie et au recours aux énergies renouvelables. Nos actions sont menées en concertation avec des industriels, des acteurs du monde de l'éducation et des associations locales.

Résultats

Avec le soutien de l'ADEME, nous avons conçu et fabriqué un kit de sensibilisation qui permet aux élèves de l'ESTIA et aux usagers de ses bâtiments de connaitre la puissance instantanée produite par les panneaux photovoltaques et la petite éolienne qui y ont été installés, ainsi que la consommation électrique de ces mêmes bâtiments [9].

Perspectives

Nous prévoyons de concevoir une exposition itinérante dans un bus (Ecobus), permettant de sensibiliser la population aux énergies renouvelables et à la matrise de la consommation électrique, en collaboration avec la société Bertin Technologies et avec l'association des Jardiniers du Ciel d'Anglet.

Nous souhaitons aussi utiliser l'expérience du kit de sensibilisation en cours de déploiement à l'ESTIA pour concevoir des kits destinés à des publics plus larges, comme les établissements d'enseignement primaire ou secondaire, les bâtiments publics des collectivités territoriales, les musées et centres d'information écologiques, etc. Ce projet est encore en perspective, et se situe sur le moyen terme.

Quelques publications 2006-2007 d'ESTIA Recherche liées à ces travaux :

[1] H. Camblong, M. Rodriguez Vidal, J.R. Puiggali. Principles of a Simulation Model for a Variable Speed Pitch Regulated Wind Turbine. Wind Engineering, Vol. 28 (2), 2004, pp. 157-175.

[2] H. Camblong, I. Martinez de Alegria, M. Rodriguez, G. Abad. Experimental evaluation of wind turbines maximum power point tracking controllers. Energy Conversion and Management, Vol. 47, 2006, pp. 28462858.

[3] H. Camblong, G. Tapia, M. Rodriguez. Robust digital control of a wind turbine for rated-speed and variable-power operation regime. IEE Proceedings Control Theory et Applications, Vol. 153 (1), 2006, pp. 81-91.

[4] H. Camblong. Digital robust control of a variable speed pitch regulated wind turbine. Control Engineering Practice (à paraitre).

[5] F. Lescher, H. Camblong, R. Briand, O. Curea. Alleviation of Wind Turbines Loads with a LQG Controller associated to Intelligent Micro Sensors. IEEE ICIT 06, Bombay, India, Décembre 2006.

[6] F. Lescher, H. Camblong, O. Curea, and R. Briand. LPV Control of Wind Turbines for Fatigue Loads Reduction using Intelligent Micro Sensors. ACC 07, New York, USA, 2007.

[7] I. Vechiu, H. Camblong, G. Tapia, B. Dakyo and O. Curea. Control of a Four-Leg Inverter for Hybrid Power System Applications with Unbalanced Load. Energy Conversion and Management, Elsevier, Vol. 48, 2007, pp. 2119-2128.

[8] I. Vechiu, O. Curea, H. Camblong. Digital Control of a Three-Phase Four-Leg Inverter under Unbalanced Voltage Conditions. EPE 2007, ISBN : 9789075815108, Aalborg, Danemark, 2007.

[9] O. Curea, H. Camblong, A. Llaria, I. Vechiu, D. Marin. Increasing public awareness of renewable energies and electrical consumption reduction : estia's approach. The International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology (à paraitre).

3.2 Systèmes opto et mécatroniques embarqués

Le travail décrit dans cette section est, ici encore, pluridisciplinaire : des compétences en vision et signal, en robotique, en automatique et en micro-électronique sont rassemblées pour développer des travaux en robotique, et plus particulièrement en mini-robotique mobile. Un bon exemple d'application de notre démarche est fourni par nos réalisations dans le domaine des mini-drones.

En 2003, une collaboration avec l'ONERA et l'ERM (Ecole Royale Militaire, Bruxelles) autour de la conception d'un mini-drone (robot volant autonome de petite taille) de type aile volante a fourni la première occasion d'intégrer plusieurs de nos préoccupations. Les éléments de conception aéronautique ont été traités principalement par nos partenaires, et l'équipe s'est chargée de la conception de l'électronique embarquée. Le projet impose des contraintes très fortes à la fois de miniaturisation au niveau de l'électronique et des capteurs embarqués, et de puissance de calcul et de traitement de l'information en terme de commande du système mais aussi de récupération de flux vidéo.

Ce projet, qui s'est développé à partir du début 2003, a déjà passé plusieurs étapes importantes. Après une phase de recherche bibliographique poussée, nous avons conçu une méthodologie de développement des microcapteurs et des calculateurs embarqués, basée sur la simulation partielle du système et sur le test et l'intégration progressifs des éléments en cours de conception. L'architecture logicielle de ce simulateur a déjà été réalisée.

Parallèlement à ces développements, nous avons participé au concours universitaire Drones Miniatures organisé par la DGA et l'ONERA (janvier 2004 à septembre 2005), pour lequel nous avons développé une plate-forme originale à voilure tournante, appelée DAVE (Drone Autonome à Vision Embarquée). Les challenges d'un tel système portent sur la commande de la partie mécanique au moyen de l'intégration de capteurs adaptés et sur la partie vision intelligente, qui comprend notamment la reconnaissance et le suivi de cibles. Un environnement de simulation 3D a été développé afin de valider le modèle dynamique de comportement et une première version de la commande. La qualité technique du projet a été reconnue par la DGA qui a accordé une subvention pour sa réalisation, et l'équipe a été classée sixième sur dix-neuf. Les résultats ont été publiés à la conférence IEEE : IECON 2006.

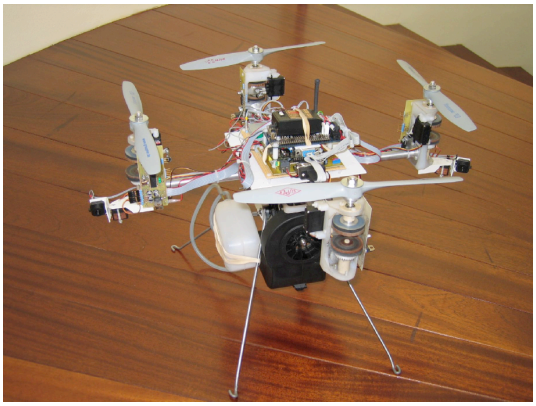


Fig. 16 : Le drone DAVE et son simulateur

Durant les années 2006 et 2007, nous avons travaillé sur les choix théoriques et techniques à retenir dans l'optique d'une suite au projet DAVE, projet très motivant, mais très gourmand en temps et en ressources financières. Cette suite dépend en partie des financements de la DGA (organisation d'un nouveau concours universitaire) pour réaliser un prototype volant capable de réaliser une mission intégrant la navigation automatique, aux instruments ou sur des points GPS. Fin 2007, le tandem ONERA/DGA a lancé un appel à candidature pour un nouveau concours pour des travaux à effectuer en 2008-2009. L'équipe DAVE2, constituée d'enseignants chercheurs et d'un groupe d'étudiants de l'ESTIA, a fait acte de candidature (présentation en Janvier 2008).

A plus long terme, nous souhaitons explorer la possibilité d'utiliser la méthodologie de la CII pour contribuer à l'optimisation de la mécanique du drone.

Ainsi, notre recherche se décline selon trois axes distincts : la conception de microsystèmes, la commande robuste de mécanismes complexes et l'intégration de capteurs proprioceptifs et extéroceptifs pour la commande.

3.2.1 Microtechnologies et microsystèmes

Microtechnologies et microsystèmes

Cette partie concerne plus précisément la conception de microcapteurs autonomes sans fil. Bien au-delà des applications en robotique, on observe une multiplication des applications des capteurs, et d'ici quelques années, ils seront omniprésents dans notre vie quotidienne. Leur miniaturisation est une étape nécessaire, aussi bien que l'élimination de toute leur connectique, que ce soit pour leur alimentation ou pour la récupération des informations qu'ils mesurent.

Face à cet objectif, deux projets sont actuellement en cours au LIPSI : le premier concerne la conception d'un microcapteur électromécanique et de son électronique de commande et de traitement sur une puce de quelques millimètres carrés (thèse de O. Arrijuria) ; le second porte sur la conception d'un émetteur-récepteur radiofréquence adaptable à une grande diversité de microcapteurs (thèse de G. Terrasson).

Le travail sur la conception d'un microcapteur électromécanique est mené avec des chercheurs de l'IXL (en particulier C. Pellet) depuis 2003. Partant du constat qu'aucun outil n'était disponible pour modéliser et simuler les composants micromécaniques, la première partie de ce travail a porté sur le développement d'un outil logiciel d'aide à la conception d'accéléromètres capacitifs, permettant d'appréhender rapidement les paramètres physiques pour un type d'accéléromètre et un procédé technologique donnés. Ensuite, différents accéléromètres capacitifs, optimisés pour des applications différentes (mesure de vibrations, de chocs, de petites accélérations,...), ont été réalisés puis fabriqués, démontrant l'intérêt du logiciel développé. Ces prototypes ont été réalisés en technologie SOIMUMPS

de MEMSCAP. Nous avons également développé l'électronique de traitement et de commande du capteur : convertisseur $\Sigma\Delta$ faible consommation alimenté en 1,2V et réalisé en technologie CMOS 0,35μm d'AustriaMicroSystems. La photographie suivante montre l'assemblage des deux puces développées et utilisées pour les tests : la puce intégrant l'électronique a été reportée sur la puce capteurs. Des bondings réalisent les connexions entre les deux circuits. Nous remercions Skandar Basrour et le TIMA pour leur aide dans cette réalisation.

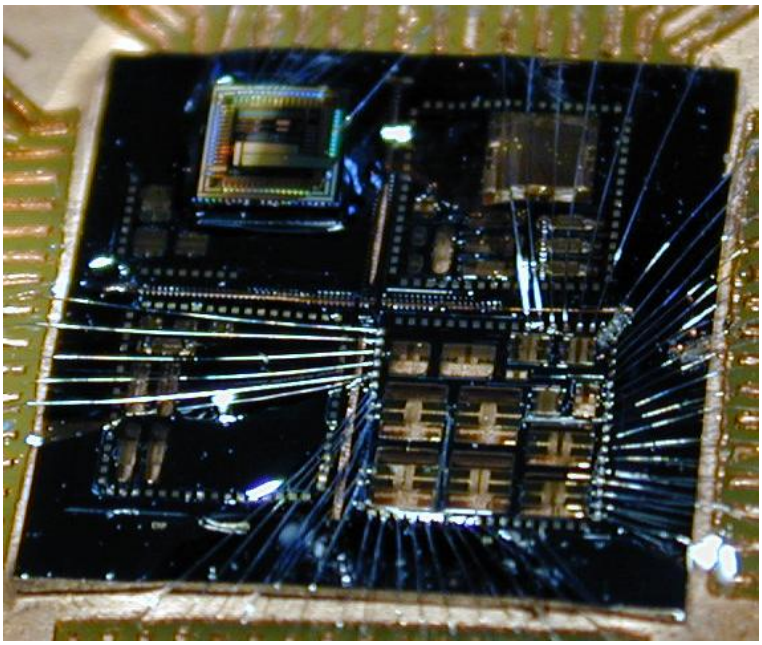


Fig. 17 : Photographie de l'assemblage d'une puce "capteur" et de son électronique

En ce qui concerne le module de communication du microcapteur, notre travail a commencé début 2005, en collaboration avec l'équipe Micro et Nano Systèmes du TIMA (S. Basrour, Grenoble). Il s'agit de concevoir un émetteur-récepteur radiofréquence très faible consommation, spécialement adapté à des microcapteurs. L'équipe MNS du TIMA travaille sur la récupération d'énergie afin de concevoir des microcapteurs autonomes en énergie. La convergence de ces travaux avec ceux que nous développons au LIPSI devrait permettre à moyen terme de réaliser des microcapteurs autonomes sans fil. Notre premier objectif (dans le cadre de la thèse de G. Terrasson) est de démontrer la faisabilité d'un tel système ainsi que la nécessité de concevoir "différemment" pour des applications très contraignantes en terme d'énergie comme les réseaux de capteurs. Ainsi, des outils d'évaluation de la consommation, tant au niveau du noeud de capteur qu'au niveau de chaque fonction élémentaire du noeud, ont été développés. Ces outils mettent en évidence les éléments les plus consommateurs et permettent également d'envisager des scénarios moins gourmands en terme de consommation pour une application donnée. A partir de ces résultats, des méthodes de conception très faible consommation ont été mises en oeuvre et appliquées à un amplificateur faible bruit (LNA). Plusieurs LNA ont été réalisés et fabriqués en technologie CMOS 0,35μm d'AustriaMicroSystems. Ils seront testés prochainement et permettront de valider les outils mis en oeuvre, voire de généraliser leur utilisation à d'autres fonctions électroniques.

Les perspectives ouvertes par cette activité sont variées. Il peut s'agir de l'implantation et de la mise en oeuvre de capteurs dans un large éventail d'applications, mais on peut également aboutir à la conception de nouveaux capteurs adaptés à des performances ou des conditions de mesure particulières. Dans le premier cas de figure, nous avons travaillé sur un projet concernant l'amélioration de la commande d'éoliennes à l'aide de microcapteurs, avec les spécialistes des énergies renouvelables du LIPSI et avec le soutien du Conseil Régional Aquitaine. Dans le second cas de figure, nous avons réalisé, pour

la société R2M Technologies, un réseau de capteurs autonomes sans fil dédié à la gestion de parcs de stationnement. Chaque capteur, positionné sur une place de stationnement, est capable d'identifier la présence d'un véhicule, voire d'un abonné, et de transmettre cette information à distance. Il est ainsi possible de connaitre l'état des emplacements d'un parking complet en temps réel.

3.2.2 Commande robuste et implantation temps réel

Ce thème a été initié grace à une collaboration avec Robosoft (2002-2005) visant à standardiser les stratégies de commande de leurs équipements (Système SynDex). Durant les années 2006-2007, l'équipe a travaillé sur les techniques de filtrage de données (notamment l'estimation d'altitude du drone), et leur implantation temps réel sur des calculateurs faible puissance. Dans ce contexte le filtrage particulaire apparait comme outil de traitement de l'information. Une des problématiques de ce type de filtrage réside dans le fait qu'il est très difficile à implémenter dans un système temps réel. Un projet en discussion avec la société Thalès pourrait débuter d'ici la fin 2008.

3.2.3 Intégration de capteurs

Ce thème s'est mis en place en 2003, à partir de notre intervention dans un projet Aquitaine-Euskadi qui a permis de développer la première version d'un environnement logiciel d'intégration de caméra. Cet environnement a ensuite été repris et amélioré dans le cadre d'une collaboration avec l'entreprise Magys et avec le LIUPPA (F. Luthon). Il sert maintenant de base à un travail commun avec ces deux partenaires (thèse de T. Totozafiny, sous convention CIFRE, soutenue en 2007), centré sur la compression d'images couleur pour transmission vidéo à très bas débit (et sur ses applications à la télésurveillance routière). Nous avons déjà développé un environnement logiciel complet et nous entamons l'étape suivante, la création d'un prototype matériel pour l'entreprise.

La dimension *traitement d'images* du développement d'un mini drone évoqué ci-dessus, que nous avons développée rentre dans le cadre de cette section. Elle consiste en un système physique monté sur le drone (projet DAVE) et un logiciel développé pour la station au sol. Le système physique est constitué de deux caméras CCD montées sur des tourelles pan-tilt commandées par des servo-moteurs. Les signaux vidéos sont transmis à la station au sol par des émetteurs 2,4GHz. Le logiciel de la station au sol permet d'une part de déterminer la localisation en 3D d'un objet de la scène par stéréo vision et d'autre part de faire du suivi de cible par analyse d'images. Ce suivi permet de mettre en oeuvre une commande des tourelles directement dans l'espace capteur (visual servoing). Les consignes de l'asservissement en orientation des caméras sont exprimées directement dans l'image (par exemple : maintenir la cible suivie au centre de l'image). Les commandes pour le pilotage des actionneurs sont ensuite déduites des erreurs mesurées en pixel dans l'image. Forts de cette expérience, nous envisageons de mettre en oeuvre ces techniques sur la nouveau drone DAVE 2 dans le but d'implémenter un module d'évitement d'obstacles par analyse du flux optique d'une ou des caméras embarquéees.

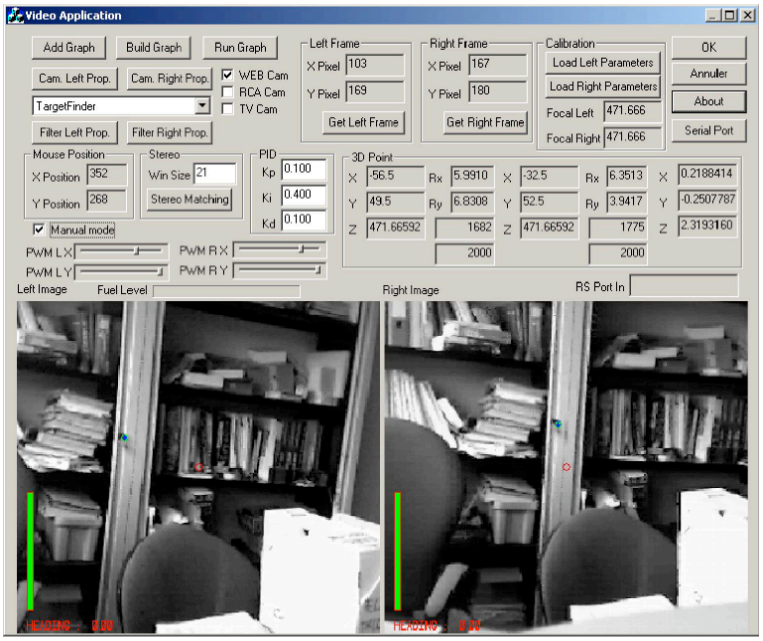


Fig. 18 : Interface homme-machine pour le traitement et l'analyse d'images pour DAVE

Un nouveau projet commun avec le LIUPPA, inspiré par le succès de notre travail avec la société Magys, a démarré avec l'entreprise Algotech'Informatique sous la forme d'une thèse sous convention CIFRE préparée par Elise Gabarra. Il porte sur le filtrage adaptatif appliqué à la segmentation d'images issues de la numérisation de plans de câblage électrique, afin de permettre une analyse et une reconnaissance automatique du schéma et des symboles, et ultimement de vérifier les propriétés du schéma et d'en proposer l'amélioration.

Quelques publications 2006-2007 d'ESTIA Recherche liées à ces travaux :

[1] T.Totozafiny, O. Patrouix, F.Luthon ***"Pros and Cons of the Nonlinear LUX Color Transform for Wireless Transmission with Motion JPEG2000"***, Proceedings of International Conference. Image and Vision Computing New Zealand (2006), 49-55 International Conference. Image and Vision Computing New Zealand (2006) Great Barrier Island

[2] T.Totozafiny, O. Patrouix, F.Luthon, J.M. Coutellier ***"Dynamic Background Segmentation for Remote Reference Image Updating within Motion Detection JPEG2000"***,
Proceedings of the International Symposium of Industrial Electronics (2006) **vol. I**, 505-510 International Symposium on Industrial Electronics (2006) Montréal

[3] G. Terrasson, R. Briand, S. Basrour ***"Modélisation sous MATLAB-Simulink d'un émetteur-récepteur pour microcapteurs"***, 9ème Journées Nationales du Réseau Doctoral en Microélectronique (JNRDM06) (2006) 4 p. 9ème Journées Nationales du Réseau Doctoral en Microélectronique (JNRDM06) (2006) Rennes

Chapitre 4

Innovation et changement organisationnel (GRAPHOS)

Les recherches dans cette direction concernent trois principaux domaines :

4.1 Le "mouvement"

Les managers connaissent aujourd'hui des difficultés pour faire de la stratégie, pour mettre en place les systèmes d'organisation adéquats et, notamment pour les managers de proximité, pour gérer leurs équipes dans un monde dont les évolutions sont continuelles, lourdes et de plus en plus rapides. ESTIA-GRAPHOS s'efforce de comprendre en profondeur les **dynamiques du mouvement,** en se fondant en particulier sur les aspects socio-cognitifs de celui-ci (représentations mentales, apprentissages, sentiments d'appartenance) ainsi que sur les agencements organisationnels et technologiques qui lui répondent, mais en même temps qui le conditionnent et qui le font.

L'approche classique du changement, fondée sur le paradigme rationaliste, met essentiellement en avant les aspects "délibérés", que l'on tente de "contrôler", et qui sont "justiciables" des méthodes classiques de gestion du changement ou d'interventions de consultance récurrentes. Les aspects émergents, non contrôlés à priori, sont dans cette optique classique perçus comme des perturbations qu'il s'agit de prévoir, ou en tous cas de voir venir afin de les mettre sous contrôle. Nous pensons à l'inverse que ces aspects sont de plus en plus prégnants et donc que la modalité de management "commande -

contrôle" doit faire une place à ces dimensions et se combiner avec une modalité fondée sur **l'autonomie et la responsabilité** des acteurs. De nouveaux modes de management permettant aux managers et décideurs, mais aussi aux personnes exerçant une responsabilité au niveau opérationnel, d'intervenir intelligemment dans ces processus, doivent donc être définis et mis en oeuvre. Il s'agit de co-définir, avec les partenaires de terrain, des modalités nouvelles de management et de décision qui soient cohérentes avec la nature profonde de ces processus complexes. De plus, il s'agit également de définir les modalités permettant à ce **premier changement** de se faire dans de bonnes conditions et d'être approprié par les personnes concernées.

4.2 Le phénomène projet et la gestion d'équipes

Dans cette optique, la modalité d'organisation la plus adéquate est celle de "l'organisation par projet", tant dans le sens de la définition d'objectifs concrets et réalistes, que de la mise en oeuvre d'une gestion de tous les aspects concernés qui doivent converger vers la réalisation de ces objectifs (cycle de vie, spécifications et délais, ressources, finances, technologie, équipe). L'accent est cependant plutôt mis sur les aspects liés à la **mobilisation des équipes** que sur les modalités "dures" plutôt bien couvertes par les méthodes et outils classiques de l'ingénieur. Ceci est évidemment orienté vers les chefs de projets, mais concerne également les managers opérationnels, même s'ils ne travaillent pas formellement en projets, ainsi que les consultants (internes ou externes) amenés à accompagner de tels développements ou à y intervenir.

Deux préoccupations émergent plus particulièrement des travaux que nous menons sur la gestion des projets complexes. La première, sur laquelle nous travaillons d'ores et déjà, concerne la **construction de sens,** c'est-à-dire qu'elle vise à favoriser l'implication des personnes dans les projets auxquels elles sont partie prenantes en s'appuyant sur l'autonomie de celles-ci. Cette question est intimement liée aux sentiments d'appartenance desquels dépendent à leur tour la fidélisation des personnes compétentes et leur disposition à partager leurs savoirs et compétences avec les autres. La seconde, sur laquelle nous commençons à travailler par le biais des entreprises de Mondragòn, est celle des **équipes pluri-culturelles,** fonctionnant éventuellement à distance. La question de la pluri-culturalité y est posée : différences vs. nécessité de faire ensemble, relation au travail et à l'entreprise, modes de reconnaissance, gestion des différences de rémunérations. Faire un avec des différences ! Le transfert monodirectionnel centre - périphérie peut-il continuer à être tel quel une solution à moyen terme, d'autant qu'il est évident que des implantations à l'étranger se profilent ? Concernant les projets complexes, les interfaces (de tous types et de toutes échelles), les compétences, les savoir-faire, les sentiments d'appartenance, l'identité et les valeurs de l'entreprise : demain plutôt transfert ou plutôt co-construction ? Et dans ces conditions, comment s'y prendre ?

4.3 Les compétences

Les **compétences et leurs modalités d'acquisition (apprentissage)** sont un troisième champ d'activité du GRAPHOS. Fondé sur une approche théorique des processus d'apprentissage dans l'environnement de travail (vs. formation classique), nous avons mené un important travail de définition des compétences comportementales, notamment celles qui sont liées à la capacité à la réactivité, à la polyvalence, à la capacité à travailler en projet, en processus ou en équipe, à la coordination et à l'action collective et à faire face et aux environnements mouvants. Un travail sur les modalités d'acquisition ou d'apprentissage de ces compétences comportementales est également en cours.

Un second point est également en oeuvre aujourd'hui. Il s'agit du **"partage"** ou **"transfert" des compétences** (notamment, mais pas uniquement) des compétences des seniors vers les juniors. Il s'agit de travailler à la mise en place de systèmes efficaces et efficients pour mieux organiser ces "transferts" (le mot, bien qu'usuel, ne nous parait pas le plus adéquat, dans la mesure où il peut masquer le fait qu'il y a toujours une problématique d'apprentissage derrière ce qui peut ressembler à un simple transfert). En particulier, les systèmes de tutorat et de compagnonnage sont considérés, avec la question de la préparation des tuteurs à leur future fonction. Nous considérons en général le problème de la gestion des connaissances et des compétences à partir de cette entrée-là.

Quelques grandes entreprises avec lesquelles nous avons travaillé (la plupart du temps sous forme de contrats) : ADP-GSI, ADP-Europe, Assistance Publique Marseille, Assistance Publique Paris, Mondragòn Corporacion Cooperativa, Thalès, Total, Turboméca, VédiorBis, ELYO, et de nombreuses PME loco-régionales

Contact :

Prof. Jean Michel Larrasquet, j.larrasquet@estia.fr, 06 80 23 29 18.

Quelques publications 2006-2007 d'ESTIA Recherche liées à ces travaux :

[1] A. Dupouy. Représentations et projets de création d'entreprises innovantes : application à l'accompagnement du créateur, n^o spécial de la Revue Cognitiques/Cognitics "Représentation et Management ", Avril 2006.

[2] V. Pilnière, L. Chautru. La prise en compte des représentations dans la gestion des risques professionnels : positionnement d'une recherche, n^o 9 de Cognitique, 2006.

[3] A.Dupouy, N. Jayaratna, J.M. Larrasquet, V.Plinière. Towards a dialogic management of cognitive competences, European Research on Innovation Management Alliance, Proceedings ERIMA07, 15-16 mars 2007, Biarritz.

[4] S. Kerri, A. Amazketa de la Fuente. A second look at the complex innovation phenomenon through a dialogical principle, European Research on Innovation Management Alliance, Proceedings ERIMA07, 15-16 mars 2007, Biarritz.

[5] J.M. Larrasquet, H. Grellier, S. Lopez, L. Ugarte. Thinking about transfer from the Mondragòn experience.The challenge of social innovation in urban revitalization, Paul Drewe, Juan-Luis Klein, Edward Hulsbergen (Eds.), Design Science Planning, Techne Press, Amsterdam, 2007.

[6] J.M. Larrasquet, I. Franchisteguy-Couloume, S. Kerri. Un changement en profondeur réussi, à partir du cas de la clinique psychiatrique "A". Actes du congrès international EHMA, Cahiers hospitaliers, Lyon, 27-29 juin 2007, Lyon, France.

[7] A.Dupouy, S. Kerri, V. Lartigue, V. Pilnière, M. Saumonneau. Employabilité des personnes de basse et moyenne qualification : Identification des compétences comportementales , Actes des 12èmes journées de Projectique, 26 et 27 octobre 2007.

[9] J.M. Larrasquet. Building synergies between research, training and transfert, Conférence annuelle des Universités du Commonwealth, 16-17 septembre 2007, University of the West of England, Bristol, UK.

Chapitre 5

HDR et Thèses à l'ESTIA

5.1 HDR soutenue en 2007

Xavier FISCHER a soutenu le 13 novembre 2007 une Habilitation à Diriger des Recherches , devant un jury composé de Alain BERNARD, Ecole Centrale de Nantes, Président ; Ameziane AOUSSAT, ENSAM, Daniel COUTELLIER, Université de Valenciennes, Georges FADEL, Clemson University, Bruno VALLESPIR, Université Bordeaux 1, Rapporteurs ; Jean-Louis BATOZ , UTC, Alain BUCAILLE , AREVA, Jean-Pierre NADEAU, ENSAM, Pascal RAY, IFMA, Examinateurs.

L'Habilitation à Diriger des Recherches est développée dans le cadre de travaux réalisés en lien avec le laboratoire TREFLE, UMR CNRS 8508 (Directeur : Professeur Eric Arquis) sous la direction du directeur de recherche du groupe "Systèmes énergétiques et conception", le Professeur Jean-Pierre Nadeau. Suite à cette soutenance, Xavier Fischer a été qualifié pour les fonctions de Professeur par le CNU 60ème section.

Titre du mémoire dHDR : Conception Interactive : Modèles et Applications (2 tomes)

Résumé et Contexte des Recherches : De la phase de conception jusqu'à la destruction ultime, le produit est dirigé par le concept d'interaction. Durant tout le cycle de vie, le produit crée des relations entre les Hommes et en modifie même la nature. Il est ainsi la genèse des flux d'échanges dans un système. De manière directe ou indirecte, il est à l'origine de nouveaux comportements individuels. Ces comportements concernent chaque élément des environnements physiques qui accueillent le produit. Ils sont une réponse adaptée à une interaction reçue. Ils deviennent d'ailleurs l'origine d'une interaction émise. Finalement, le comportement global d'un système n'est que le résultat de l'organisation des interactions et des comportements des éléments de ce système : des Hommes, des organismes vivants ou tout autre élément matériel.

La conception interactive se distingue des méthodes standards de conception, généralement plus recentrées sur le comportement de composant. Elle propose de manipuler l'interaction. A partir de la description, l'analyse et la modélisation des interactions, la conception interactive propose de :

- garantir l'innovation industrielle par une prise de décision adaptée, et cela le plus tôt possible dans le processus industriel,
- utiliser la simulation virtuelle pour conduire la décision dès les phases amont de la conception alors que tout se construit,
- apporter une méthode d'ingénierie centrée sur l'Homme,
- favoriser l'intégration des cultures à la faveur de l'innovation.

Qu'elle soit d'ordre énergétique, mécanique ou sensorielle, l'interaction est due à l'existence même du produit, quelle qu' en soit la forme et le degré de définition. La conception interactive s'intéresse plus particulièrement aux comportements des systèmes étendus et des conditions d'intégration du produit dans ces systèmes.

En tout premier lieu, les outils de la conception interactive conduisent la description et la définition des interactions. Ces techniques mixent des approches de créativité avec des mécanismes cognitifs et organisationnels spécifiques, qu'il est proposé de piloter avec des systèmes numériques dynamiques basés sur les technologies multi-agents. La description systématique des interactions est réalisée dans 2 contextes :

- l'espace économique et industriel, où le produit, plus en proie aux mécanismes cognitifs respecte, subit et affecte les connaissances,

- le marché où le produit est assujetti aux lois sensorielles et physiques, voire cognitives lorsque l'avis de groupe est important.

La phase de modélisation suit l'étape de description. Elle est fondée sur de traitements numériques singuliers qui combinent l'usage des systèmes évolutionnaires, neuronaux, les approches qualitatives (logique floue, algèbre des intervalles) et les méthodes d'optimisation. Elle supporte l'émergence de modèles, qui sont à la fois granulaires, réduits, flexibles, adaptatifs et hautement qualifiés, pouvant de ce fait être auto-recalables.

Les modèles générés sont ensuite manipulés sous des processus numériques nouveaux pour :

- d'une part stimuler les interactions cognitives dans l'environnement industriel,
- d'autre part explorer virtuellement, de façon rapide et interactives les espaces de solutions,
- et enfin générer des simulations interactives.

Ces processus et approches toutes virtuelles viennent avec des méthodes renforcer la prise de décision en conception préliminaire.

La conception interactive est fondée sur une combinaison de théories issues à la fois de la Mécanique, de l'Ingénierie Numérique (incluant l'Intelligence Artificielle) et du Génie Industriel. Très transversale, cette nouvelle méthodologie a été appliquée sur des projets industriels concrets, notamment dans le domaine du ski, et sur des problèmes de conception de structures orthotropes à comportements très fortement non linéaires. Un essor récent de la conception interactive à l'international est appuyé par des ouvrages visibles.

L'Habilitation à Diriger des Recherches fait état du contexte d'émergence et d'évolution de la conception interactive. Une attention particulière est apportée sur les conditions de développement transnational et les nouveaux instruments de dissémination qui ont été simultanément créés. Enfin, les approches industrielles prenant une grande importance dans tous les travaux de recherche viennent illustrer la méthodologie globale développée.

Mots Clés : Modèle d'interaction, modèle réduit, modèle cognitif, modèle sensoriel, modélisation granulaire et adaptative, qualification de modèles, simulation interactive, conception centrée Homme, aide à la décision.

5.2 Thèses soutenues en 2007

5.2.1 Thèses préparées au LIPSI

Philippe ETCHART, thèse soutenue le 14 Février 2007 à l' ESTIA

Titre de la thèse : Méthode de conception de structures multimatériaux mécanocollées.

Directeur de thèse : Michel DANIS, Professeur, laboratoire LGM, Université Bordeaux 1

Co-encadrant : Pierre JOYOT, ESTIA-Recherche

Résumé de la thèse : Ce travail s'efforce de remplir un double objectif : contribuer au fait de poser les bases d'une méthode de conception générale de produits multimatétriaux et proposer un support méthodologique d'aide à la conception préliminaire de structures mécanocollées. Ayant fait le constat préalable des limitations des contributions existantes, un principe général de méthode est proposé, basé sur l'exploitation de bases de de données et de connaissances standard à travers l'association d'une approche générique de sélection en trois étapes (filtrage, classification, documentation) et d'une démarche de recherche de solution issue d'une modélisation de l'expérience. Un développement de ce principe de méthode de résolution adapté à la conception préliminaire de structures multimatériaux mécanocolléees est ensuite présenté. Elle comporte sept étapes : détermination d'architectures admissibles, sélection de semi-produits admissibles, dimensionnement d'architecture de structure, choix de concept de liaisons admissibles, sélection d'adhésifs, dimensionnement de liaisons et pièces d'interfaces, sélection de procédés de fabrication. La méthode est enfin appliquée à la reconception d'un élément de machine-outil.

Financement de la thèse : Convention Cifre entre l'entreprise Ederena (Bidart) et le laboratoire LGM (Université Bordeaux 1) et ESTIA-Recherche.

Situation actuelle du doctorant : ingénieur chez Ederena.

Théodore TOTOZAFINY, thèse soutenue le 7 Juillet 2007 à l'ESTIA

Titre de la thèse : Compression d'images couleur pour application à la télésurveillance routière par transmission vidéo à très bas débit.

Directeur de thèse : Frank LUTHON, Professeur, UPPA

Co-encadrant : Olivier PATROUIX, ESTIA-Recherche

Résumé de la thèse : Dans un contexte industriel, le sujet de la thèse porte sur le traitement et l'Analyse d'image en vue de sa transmission sans fil. Partant d'un flux vidéo issu d'une caméra numérique, le flux d'images est traité afin d'une part de déterminer une image de fond actualisée en temps réel (filtrage passe-bas, modélisation par mixture gaussienne) et d'autre part afin d'extraire les objets en mouvement (gestion de région d'intérêt ROI). Ces informations permettent d'utiliser le standard JPEG 2000, qui autorise un taux de compression élevé, tout en conservant la qualité d'image. L'image ainsi obtenue est transmise sur un réseau sans fil de faible débit (type GSM ou GPRS) et la problématique d'actualisation du fond sur le recepteur est aussi adressée.

Financement de la thèse : Convention Cifre entre l'entreprise Magys (Bidart) et le laboratoire LIUPPA (UPPA).

Situation actuelle du doctorant : Maitre de Conférences à l'Université d'Antananarivo (Madagascar).

Guillaume POL, thèse soutenue le 26 Octobre 2007 à Cranfield (Angleterre)

Directeur de thèse : Graham JARED, Université de Cranfield

Co-encadrant : Christophe MERLO, ESTIA-Recherche.

Titre de la thèse : Improving design coordination in computer designed environments in SME : implementation of a tool for capturing and analysing collaboration between actors /Amélioration du système d'information pour la conduite de la conception en PME : mise en oeuvre d'un outil pour la capture et l'analyse de la collaboration entre les acteurs.

Résumé de la thèse : La collaboration entre acteurs a un impact important sur la performance du processus de conception et sa prise en compte par les responsables de la conduite est une source d'améliorations essentielle de ce processus. L'objectif était ici de proposer un support pour les responsables de projet basé sur la capture des évènements collaboratifs et de leurs évaluations tout au long d'un projet de conception de produit. L'analyse qui en découle permet d'identifier les bonnes pratiques et les points à améliorer selon plusieurs points de vue : organisation du projet et des hommes, formalisation du processus, configuration des systèmes d'information collaboratifs. Un outil logiciel, CoCa, et une méthodologie d'analyse ont été développés et expérimentés au sein d'une PME via la configuration d'un outil PLM (Product Life Management).

Financement de la thèse : Bourse CaBAB (Communauté d'agglomération Bayonne-Anglet-Biarritz) et monitorat ESTIA.

Situation actuelle du doctorant : En recherche d'emploi.

Kenny ORDAZ, thèse soutenue le 14 Décembre 2007 à l'ESTIA

Titre de la thèse : Techniques de Modélisation pour le Prototypage Virtuel en Conception Interactive : application au comportement non-linéaire dynamique d'une structure en déformation.

Directeur de thèse : Fouad BENNIS, Professeur, école Centrale de Nantes

Co-encadrant : Xavier FISCHER, ESTIA-Recherche

Résumé de la thèse : L'usage de la simulation numérique en mécanique s'est démocratisé dans l'industrie. Précise et exacte, la méthode des éléments finis, avec ses dérivées, devient un atout important en conception de produits. Nous proposons une nouvelle approche de la simulation, apportant trois nouvelles propriétés :

-la simulation se veut réaliste, fondée sur des modèles exacts et fidèles du comportement réel,

-la simulation concerne des milieux étendus multi-composants qui mettent pour la conception préliminaire en relation des éléments virtuels et l'Homme, chaque élément possédant un large potentiel de comportements,

-la simulation se construit sur des composants, chacun étant une réaction adaptée à une interaction avec un élément annexe.

Ces principes définissent le concept de simulation interactive. La thèse de Kenny ORDAZ apporte de nouvelles solutions aux objectifs précédents pour développer des modèles : - granulaires : agrégés, basés sur les concepts de modèle de comportement, de composant, d'environnement et d'interaction, autour d'un formalisme multi-agents ; - réduits et qualifiés : des techniques nouvelles de réduction de modèles basées sur les approximations neuronales se couplent à des outils de qualification permettant d'évaluer la fidélité des modèles ; - flexibles : l'Homme est au centre de la problématique

de modélisation ; il peut intervenir sur le réalisme dans la simulation grce à des techniques basées sur les théories floues. Les solutions fournies contribuent au développement d'un outil d'aide à la décision.

Financement de la thèse : CCI Bayonne Pays Basque.

Situation actuelle du doctorant : Chercheur au CIATEQ à Queretaro (Mexique).

Mlle Livier SERNA, thèse soutenue le 20 Décembre 2007 à l'ESTIA

Titre de la thèse : Modélisation des Préférences et Exploration Virtuelle en Conception Interactive

Directeur de thèse : Fouad BENNIS, Professeur, école Centrale de Nantes

Co-encadrant : Xavier FISCHER, ESTIA-Recherche

Résumé de la thèse : La méthodologie développée dans ce travail se réfère à la démarche de Conception Interactive, dont la caractéristique principale est de prendre en compte les relations homme-produit (cognitives, sensorielles, relations de préférence). La thèse de Livier Serna contribue à identifier les aspects humains impliqués dans un processus de développement de produit. Elle s'est focalisée sur les phases amont du processus, plus particulièrement sur la transition entre les phases initiales - dont le but est d'élargir l'univers des solutions possibles - et les phases d'élimination qui cherchent à réduire le nombre de ces solutions pour identifier "la solution la plus satisfaisante". Cette transition présente un défi continuel, à cause de l'imprécision, l'incomplétude et/ou l'incertitude des données disponibles, d'où l'intérêt scientifique.

L'amélioration des méthodes et outils utilisés pour la conception de produit entrane non seulement une diminution des coûts de développement (les coûts qui précèdent la fabrication du produit : prototypes, pilotes de production, etc...), mais aussi une diminution des coûts de fabrication.

Financement de la thèse : CCI Bayonne-Pays Basque.

Situation actuelle de la doctorante : En recherche de post-doc.

5.2.2 Thèses préparées au GRAPHOS

Véronique Pilnière, thèse soutenue le 19 Décembre 2007 à l'ESTIA

Titre de la thèse : La gestion des risques professionnels : l'enjeu de l'accompagnement. A partir du cas d'une clinique psychiatrique.

Directeur de thèse : Jean-Michel LARRASQUET, Professeur, ESTIA-Recherche/UPPA.

Résumé de la thèse : L'amélioration de la santé et des conditions de travail renvoie un sujet " délicat " qui est celui de la prévention des risques professionnels dans les organisations. En effet, malgré une réglementation de plus en plus prégnante et des actions répétées visant la mise en oeuvre de politiques de gestion des risques dans les entreprises, le constat reste celui du peu d' efficacité de ces politiques. Se pose donc la question du "comment accompagner les organisations sur cette question ?"

Ce travail a l'ambition de présenter notre rélexion et nos conclusions sur des modalités d'accompagnement favorisant l'appropriation de cette problématique par les acteurs de l'organisation.

Pour cela, à partir de la littérature, nous avons cherché à approfondir le constat du peu d'efficacité de ces politiques. Notre cheminement nous a conduit à mettre en lumière la conception de l'homme au travail qui en limite fortement l'efficacité : "l'homme en situation de travail" considéré et se considérant comme "cible de la prévention" et non comme "acteur de la prévention".

Nous avons expérimenté ces aspects sur un terrain constitué par la clinique psychiatrique dans laquelle nous avons animé une démarche pendant un an. Cette immersion nous a permis de pointer que l'accompagnement de terrain doit contribuer à faire évoluer les représentations des différents acteurs sur la question de la prévention des risques professionnels.

Elle a aussi permis de dégager des modalités concrètes d'accompagnement qui prennent en compte les représentations des différents acteurs de l'organisation sur les risques professionnels et sur les conditions de leur implication dans les démarches de gestion des risques.

Financement de la thèse : Fondation Vedioz-Bis, puis contrat à durée déterminée ESTIA.

Situation actuelle du doctorant : Chercheure à ESTIA Recherche.

Ana Amezketa, thèse soutenue le 22 Décembre 2006 à Onate.

Titre de la thèse : El aprentizaje como experiencia de acción-reflexión. Perspectivas para un contexto profesional.

Directeur de thèse : Jean-Michel LARRASQUET, Professeur, ESTIA-Recherche/UPPA
en co-direction avec Luxio UGARTE, Professeur, Université de Mondragòn.

Résumé de la thèse : Ce travail de recherche a été réalisé dans la perspective d'approfondir et d'enrichir les théories existantes dans le domaine de la connaissance, en cherchant notamment à mieux comprendre les processus d'apprentissage de la personne, processus qui émergent de la confrontation entre les connaissances acquises dans les activités de formation au sens classique et les pratiques professionnelles. Dans ce but, nous avons réalisé des entretiens auprès de personnes qui, parallèlement leur activité professionnelle, prenaient part à une formation "formelle", ainsi qu'auprès de formateurs intervenant dans ces formations. La méthodologie pour laquelle nous avons opté dans cette thèse s'inscrit dans une approche qualitative fondée sur une série de rencontres et d'entretiens avec des apprenants et des formateurs.

Ce travail s'appuie sur une épistémologie constructiviste qui s'oppose aux approches positivistes qui ont tendance considérer la connaissance comme "empaquetable" et susceptible d'être transférée par simple énonciation, transmission et réception d'un message. Nous avons présenté cette insuffisance tout au long de cette recherche en nous appuyant sur le concept de représentation et sur sa dynamique.

L'apprentissage est défini comme un processus de transformation des représentations, un processus de mouvement à la fois généré et générateur des connexions suscitées entre divers éléments : l'information, les processus cognitifs, la culture, les valeurs, l'action... Les interactions continues entre ces éléments ainsi que les multiples résultats possibles qui peuvent émerger de ces interactions font du pilotage de ce processus, tant de l'extérieur que de l'intérieur (par le propre sujet) un acte extrêmement difficile à coordonner.

L'apprenant a une marge de manoeuvre dans la création de la connaissance qui nait de sa propre interprétation et de l'action de sa sphère cognitive, ceci se déroulant dans des conditions concrètes de fonctionnement et en interaction continuelle avec elles, ce qui fait de l'apprentissage un processus "situé" et donc qui doit être envisagé de façon "socio-cognitive". On envisage donc l'apprentissage comme un processus d'émergence fondé sur un dialogue entre les acteurs, les "objets" et les situations dans lesquelles les acteurs sont en recherche d'autonomie et de création de sens. Cette quête du sens se fait sous l'effet de facteurs "internes" plus ou moins contrôlés par le sujet et sous l'effet de facteurs "externes" non contrôlés mais qui l'influencent également, et sur lesquels les dynamiques qu'il contribue à mettre en oeuvre agissent en retour.

A partir de l'analyse des résultats obtenus dans nos champs d'étude nous avons identifié une série d'idées et d'éléments à première vue opposés (ouvert/fermé, individuel/collectif, ordre/désordre, tacite/explicite). Nous avons interprété ces concepts "contraires" à partir du principe de dialogie proposé par Edgar Morin. Les résultats obtenus dans la troisième partie de ce travail sont présentés sous forme de préconisations réellement utilisables tant par les organisateurs de formation que par les managers et les responsables de formation des entreprises (opérationnels et à orientation ressources humaines). L'apprentissage se présente comme une question centrale pour faire face aux problématiques telles que l'innovation, le changement organisationnel et le développement personnel, en particulier dans le milieu de travail, donc largement hors du cadre de l'école, de l'université ou des organismes de formation.

Financement de la thèse : CDD.

Situation actuelle du doctorant : Enseignante à l'Université publique de Navarre.

5.3 Thèses en cours

5.3.1 Thèses en cours au LIPSI

Pour chacun des doctorants du LIPSI, nous indiquons le titre provisoire de la thèse, l'Université ou l'Ecole et le laboratoire de rattachement, le(s) directeur(s) de la thèse, l'encadrant de proximité, la date prévue pour la soutenance, et la nature du financement principal.

- Olivier Arrijuria, *Elaboration d'une centrale inertielle*, thèse dirigée par Claude Pellet (IXL, Université Bordeaux 1) et co-encadrée par Renaud Briand (LIPSI) ; soutenance prévue en 2008 ; thèse financée par une bourse de la Communauté d'agglomération Bayonne Anglet Biarritz jusqu'en 2007 (Olivier Arrijuria travaille actuellement dans une PME dans la région de Cahors).

- Sébastien Bottechia, *Dispositifs de réalité augmentée pour l'aide au montage et au démontage de pièces mécaniques*, thèse dirigée par Jean-Pierre Jessel (IRTI, INP Toulouse), et co-encadrée par Jean-Marc Cieutat (LIPSI), soutenance prévue en 2009 ; thèse financée par une bourse de la Communauté de Communes Bayonne-Anglet-Biarritz.

- Emilie Chapotot, *Etude de la traçabilité des pièces en maintenance de produits aéronautiques : capitalisation des connaissances pour l'amélioration de la conception*, thèse dirigée par Philippe Girard

(IMS, Université Bordeaux1) et co-encadrée par Jérémy Legardeur (LIPSI), soutenance prévue en 2008-2009 ; thèse financée par le projet intégré européen SMMART.

-Alexis Clay, *Capture et analyse d'émotions : applications à la danse*, thèse dirigée par Maylis Delest (LABRI), en cotutelle avec Chun-Fa Chang (National Tsing Hua University, Taiwan), co-encadrée par Laurence Nigay (CLIPS-MAG) et Nadine Rouillon-Couture (LIPSI), soutenance prévue en 2009 ; thèse financée par une bourse de la Communauté d'Agglomération Bayonne-Anglet-Biarritz.

- Elise Gabarra, *Segmentation d'images appliquée aux schémas techniques*, thèse dirigée par Franck Luthon (LIUPPA, UPPA) et co-encadrée par Olivier Patrouix (LIPSI), soutenance prévue en 2008-2009 ; thèse financée dans le cadre d'une convention CIFRE avec la société Algo Tech'.

[passage supprimé sur demande de la personne citée, cf. loi informatique et liberté]

- Alvaro Llaria Leal, *Gestion d'un système d'énergie hybride : passage en ilotage et Demande Side Management en utilisant un réseau sans fil, (APERT et LIPSI)* ; financement par la Communauté d'Agglomération Bayonne Anglet Biarritz en 2008.

- David Marin, *Intégration des éoliennes dans les réseaux insulaires du futur,* thèse dirigée par Xavier Guillaud (L2EP, Ecole Centrale Lille) et co-encadrée par Haritza Camblong (LIPSI), soutenance prévue en 2008 ; financement par une convention CIFRE avec ESTIA-Innovation.

- Ricardo Mejia Gutiérrez, *Modélisation concourante en conception interactive*, thèse dirigée par Fouad Bennis (IRCCyN, Ecole Centrale de Nantes) et co-encadrée par Xavier Fischer (LIPSI), soutenance prévue en 2008 ; financement par la CCI Bayonne Pays Basque.

- Olivier Pialot, *Méthodes et outils pour les phases amont de projets d'innovation,* thèse dirigée par Jean-François Boujut, Institut National Polytechnique de Grenoble (GILCO), et co-encadrée par Jérémy Legardeur (LIPSI), soutenance prévue en 2008 ; financement par la Communauté d'Agglomération Bayonne-Anglet-Biarritz.

- Guillaume Rivière, *Interaction et visualisation en géo-sciences,* Université Bordeaux-1, thèse dirigée par Maylis Delest (LaBRI) et co-encadrée par Nadine Rouillon-Couture (LIPSI), soutenance prévue en 2008 ; financement par une allocation MESR.

- Guillaume Terrasson, *Conception d'un émetteur-récepteur RF pour microcapteur,* thèse dirigée par Skandar Basrour (TIMA, Grenoble) et co-encadrée par Renaud Briand (LIPSI), soutenance prévue en 2008 ; financement par l'ESTIA et par la Communauté d'Agglomération Bayonne-Anglet-Biarritz.

- Olivier Zéphir, *Méthodes et outils pour la conduite du changement organisationnel dans les organisations complexes*, thèse dirigée par Philippe Truchot (ENSGI, Institut Polytechnique de Lorraine) et co-encadrée par Stéphanie Minel, soutenance prévue fin 2008, thèse financée par le projet intégré européen SMMART.

5.3.2 Thèses en cours au GRAPHOS

-Lionel Chautru, *Management des risques : une question socio-cognitive. Une recherche finalisée à destination des "risk managers". A partir d'une action de gestion des risques à la SNCF.*, dirigée par Jean-Michel Larrasquet (Graphos/UPPA), soutenue le 29 mars 2008 (Lionel Chautru est Responsable des Ressources Humaines SNCF, région Aquitaine-Poitou-Charentes)

-Aline Dupouy, *L'accompagnement du porteur de projets innovants en incubateur : une question d'apprentissage*, thèse dirigée par Jean-Michel Larrasquet (Graphos/UPPA), soutenance prévue le 20 mai 2008, thèse financée par un CDD.

-Souhila Kerri, *Les compétences spécifiques des chefs de projet et leur apprentissage*, thèse dirigée Jean-Michel Larrasquet (Graphos/UPPA), soutenance prévue fin 2008, thèse financée par un CDD.

-Ernest Porras, *Le transfert des compétences tacites détenues par des acteurs. A partir du cas de la division "Systèmes aéroportés" chez Thalès*, thèse dirigée par Jean-Michel Larrasquet (Graphos/UPPA), soutenance prévue en mars 2009, thèse financée par un CDD.

-Gustavo Barredo, *Développement en clusters des entreprises de l'agro alimentaire*, thèse dirigée par Jean-Michel Larrasquet (Graphos/UPPA), soutenance prévue en 2009, (Gustavo Barrredo est professeur à l'Université Autonome de Yucatan, Merida, Mexique).

-Leonor Lopez, *Réorganisation du secteur hospitalier du Yucatan*, thèse dirigée par Jean-Michel Larrasquet (Graphos/UPPA), soutenance prévue en 2009, (Leonor Lopez est professeur à l'Université Autonome de Yucatan, Merida, Mexique).

-Jorge Salazar, *Changement organisationnel dans les hôpitaux mexicains*, thèse dirigée par Jean-Michel Larrasquet (Graphos/UPPA), soutenance prévue en 2009, (Jorge Salazar est professeur à l'Université Autonome de Yucatan, Merida, Mexique).

5.4 Devenir des docteurs

-2007- Livier Serna, Modélisation des Préférences et Exploration Virtuelle en Conception Interactive, thèse soutenue le 20 décembre 2007 (LIPSI, Ecole Centrale de Nantes), actuellement en recherche d'emploi.

-2007- Kenny Ordaz, Techniques de Modélisation pour le Prototypage Virtuel en Conception Interactive : application au comportement non-linéaire dynamique d'une structure en déformation, thèse soutenue le 14 décembre 2007 (LIPSI, Ecole Centrale de Nantes), actuellement chercheur au CIATEQ à Queretaro (Mexique).

-2007- Véronique Pilnière, *Gestion des risques en santé*, thèse soutenue en décembre 2007 (GRAPHOS, UPPA), aujourd'hui chercheure à ESTIA-Recherche.

-2007- Guillaume Pol, *Amélioration du système d'information pour la conduite de la conception en PME : mise en oeuvre d'un outil pour la capture et l'analyse de la collaboration entre les acteurs*, thèse soutenue le 26 octobre 2007 à Cranfield (LIPSI, université de Cranfield), actuellement en recherche d'emploi.

-2007- Théodore Totozafiny, *Compression d'images couleur pour application à la télésurveillance routière par transmission vidéo à très bas débit*, thèse soutenue le 7 Juillet 2007, actuellement Maitre de Conférences à l'Université d'Antananarivo (Madagascar).

-2007- Philippe Etchart, *Méthode de conception de structures multimatériaux mécanocollée*, thèse soutenue le 14 Février 2007, actuellement ingénieur chez Ederena.

-2006- Ana Amezketa, *El aprentizaje como experiencia de acción-reflexión. Perspectivas para un contexto profesional* , thèse soutenue le 21 décembre 2006 (GRAPHOS, UPPA, Université de Mondragòn), actuellement enseignante à l'Université de Navarre.

- 2005 - Ludovic Garreau, *Elaboration d'une interface tangible pour l'assemblage en CAO*, Thèse soutenue en septembre 2005, (LaBRI, Bordeaux, et LIPSI). Contractuel au LIPSI jusqu'à la fin 2005. Aujourd'hui Ingénieur de Recherche et Développement, Betomorrow, Bordeaux.

- 2004 - Raphaelle Doré, *Modèle ontologique et mécanique en Conception Inversée Intégrée de produits de sports de glisse base de matériaux composites*, thèse soutenue en décembre 2004 (TREFLE, Bordeaux et LIPSI). Contractuelle au LIPSI de janvier août 2005. Aujourd'hui ingénieur de R&D sur la Côte Basque.

- 2004 - Fabien Legrand, *Modélisation de circuits électrotechniques en vue de leur simulation - réalisation d'un simulateur,* thèse soutenue en janvier 2004 (IXL, Bordeaux et LIPSI). Aujourd'hui Chef de projet développement logiciel, Trace Software, Saint Romain de Colbosc (76).

-2001-Isabelle Franchisteguy-Couloume, *Gérer le changement organisationnel à l'hôpital- Des diagnostics vers un modèle intégrateur*. Aujourd'hui Maitre de Conférences à l'IUT de Bayonne.

-2003- Cathy Bareigts. Aujourd'hui chef de projet dans le centre hospitalier qui était partenaire de la convention CIFRE.

-2004- Véronique Lartigue. Aujourd'hui Maitre de Conférences à l'Université Victor Ségalen Bordeaux 2.

Signalons également que certains anciens docteurs du LIPSI sont devenus enseignants-chercheurs permanents à l'ESTIA. Il s'agit de Xavier Fischer (thèse soutenue en 2000), Christophe Merlo, Jean-Marc Cieutat et Haritza Camblong (thèses soutenues en 2003).

Chapitre 6

Publications ESTIA-Recherche 2006-2007

6.1 Equipe LIPSI

6.1.1 Articles dans des revues internationales avec comité de lecture

1. **"*Virtual knowledge modelling for distributed teams : Towards an interactive design approach*"**, Mejia-Gutierrez Ricardo, Fischer Xavier, Bennis Fouad, *International Journal of Networking and Virtual Organisations* (2008) **5**, **2**, 166-189

2. **"*A tutor agent for supporting distributed knowledge modelling in interactive product design*"**, Mejia-Gutierrez Ricardo, Fischer Xavier, Bennis Fouad, *International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications* (2008) **4**, **3/4**, 399-420

3. **"*Model reduction technique for mechanical behaviour modelling : efficiency criteria and validity domain assessment*"**, Ordaz-Hernandez Keny, Fischer Xavier, Bennis Fouad, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part C, Journal of Mechanical Engineering Science* (2008) JMES683R1

4. **"*Data reconciliation & gross error detection applied to wind power*"**, Bennouna O., Heraud N., Rodriguez M., Camblong Haritza, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part I : Journal of Systems and Control Engineering* (2007) **221**, **3**, 497-506

5. **"*Product innovation through management of collaborative design in concurrent engineering*"**, Girard Philippe, Legardeur Jérémy, Merlo Christophe, *International Journal of Technology Management and Sustainable Development* (2007) **6**, **2**, 151-164

6. **"*Fostering creativity and innovation during early informal design phases. Part 1 : sociotechnical and psychology studies*"**, Legardeur Jérémy, Merlo Christophe, *Journal of Design Research* (2007) **6**, **1**, 1-4

7. **"*Connection Requirements for Wind Farms : a Survey on Technical Requirements and Regulation*"**, Martinez I., Andreu J., Martín J.L., Ibañez P., Villate J. L., Camblong Haritza, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (2007) **11**, **8**, 2846-2858

8. **"*Fostering creativity and innovation during early informal design phases. Part 2 : methods and tools*"**, Merlo Christophe, Legardeur Jérémy, *Journal of Design Research* (2007) **6**, **2**, 146-149

9. **"*A Mathematical Representation for Mechanical Model Assessment : Numerical Model Qualification Method*"**, Ordaz-Hernandez Keny, Fischer Xavier, Bennis Fouad, *International Journal of Mathematics Sciences* (2007) **1**, **4**, 216-226
10. **"*Validity Domains of Beams Behavioural Models : Efficiency and Reduction with Artificial Neural Networks*"**, Ordaz-Hernandez Keny, Fischer Xavier, Bennis Fouad, *International Journal of Computational Intelligence* (2007) **4**, **1**, 80-87
11. **"*Granular modelling for virtual prototyping in interactive design*"**, Ordaz-Hernandez Keny, Fischer Xavier, Bennis Fouad, *Virtual and Physical Prototyping* (2007) **2**, **2**, 111–126
12. **"*Analysing collaborative practices in design to support project managers*"**, Pol Guillaume, Merlo Christophe, Legardeur Jérémy, Jared Graham, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* (2007) **20**, **7**, 654-668
13. **"*Control of a Four-Leg Inverter for Hybrid Power System Applications with Unbalanced Load*"**, Vechiu Ionel, Camblong Haritza, Tapia G., Dakyo Brayima, Curea Octavian, *Energy Conversion and Management* (2007) **48**, 2119-2128
14. **"*Robust digital control of a wind turbine for rated-speed and variable-power operation regime*"**, Camblong Haritza, Tapia Gerardo, Rodríguez M., *IEE Proceedings Control Theory & Applications* (2006) **153**, **1**, 81-91
15. **"*Experimental evaluation of wind turbines maximum power point tracking controllers*"**, Camblong Haritza, Martinez I., Rodriguez M., Abad G., *Energy Conversion and Management* (2006) **47**, 2846-2858
16. **"*Control of collaborative design in concurrent engineering*"**, Girard Philippe, Legardeur Jérémy, Merlo Christophe, *International Journal of Technology Management and Sustainable Development* (2006) **5**, **2**, +
17. **"*Accounting for Incompressibility in Reproducing Kernel Particles Meshless Approximations*"**, Joyot P., Trunzler J., Chinesta F., *European Journal of Computational Mechanics* (2006) **Vol 15/5**, pp. 513-528
18. **"*An Integrated Information System for Product Design Assistance based on Artificial Intelligence and Collaborative Tools*"**, Legardeur Jérémy, Merlo Christophe, Fischer Xavier, *International Journal of Product Lifecycle Management* (2006) **1**, **3**, 211-229

6.1.2 Communications avec actes

1. **" *Thème 7 : Système d'information pour la décision*"** Merlo Christophe, Huyet A.L., N. Matta N., Robin V., 2006, Université AIP-PRIMECA Evaluation et décision dans le processus de conception, Ecole Centrale Paris, Chatenay-Malabry, 4-6 septembre, 2006.
2. **" *Thème 4 : Management de projet*"** Bigand M., Marle F., Chafa D., Gidel T., Grandhaye JP., Merlo Christophe, Robin V., 2006, Université AIP-PRIMECA Evaluation et décision dans le processus de conception, Ecole Centrale Paris, Chatenay-Malabry, 4-6 septembre, 2006.
3. **"*GeoTUI : A Tangible User Interface for Geoscience*"**, Couture Nadine, Riviere Guillaume, Reuter Patrick, Proceedings of TEI'08 (2008) 0-0 The second International Conference on Tangible and Embedded Interaction (2008) Bonn
4. **"*An Innovative VSI Controller for the Generation of Balanced Voltage in Spite of the Presence of Unbalanced Loads*"**, Camblong Haritza, Vechiu Ionel, Curea Octavian, American Control Conference (2007) 4756 - 4761 American Control Conference (2007) New York

5. **"*Vers une prise en compte des usages sur l'ensemble du cycle de vie du produit pour favoriser les innovations de produit/service*"**, Chapotot Emilie, Legardeur Jérémy, Girard Philippe, 5ème conférence Internationale Conception et Production Intégrées CPI 2007 (2007) Rabat

6. **"*La prise en compte de l'usage lors des processus de conception de produits aéronautiques par l'intégration des technologies embarquées*"**, Chapotot Emilie, Legardeur Jérémy, Girard Philippe, Les Innovations en Conception de Produits et Systèmes de Production (2007) CCP9 10ème colloque National aip Primeca (2007) La Plagne

7. **"*Emotion capture based on body postures and movements*"**, Clay Alexis, Couture Nadine, Nigay Laurence, Proceedings of the International Conference on Computing and e-systems 2007 (TIGERA'07) (2007) Taylor & Francis International Conference on Computing and e-systems 2007 (TIGERA'07) (2007) Hammamet

8. **"*Etude d'interacteurs pour la sélection d'une ligne de coupe depuis une carte*"**, Couture Nadine, Riviere Guillaume, Proceedings of IHM '07 (2007) 299-302 19ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM'07) (2007) Paris

9. **"*Table interactive et interface tangible pour les géosciences : retour d'expérience*"**, Couture Nadine, Rivière Guillaume, IHM'07 - Atelier "Tables Interactives" (2007) 23-26 19ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM'07) (2007) Paris

10. **"*Mixed MLS/Hermite MLS approximation for discretizing fourth-order partial differential equations encountered in beam and plate models*"**, Joyot P., Chinesta F., Villon P., Khoshnoudirad B., 2nd Eccomas Thematic Conference on Meshless Methods (2007) 197-204 Antonio Ferreira, Edward Kansa, Greg Fasshauer, Vitor Leitao 2nd Eccomas Thematic Conference on Meshless Methods (2007) Porto

11. **"*Hermite MLS approximation for discretizing fourth order partial differential equations encountered in beam and plate models*"**, Joyot P., Chinesta F., Villon P., Khoshnoudirad B., the 10th International ESAFORM Conference (2007) **907**, 1384-1389 American Institute of Physics Conference Proceedings ISBN 978-0-7354-0414-4 the 10th International ESAFORM Conference (2007) Saragoza

12. **"*Proposition d'un jeu pédagogique de conception dune navette spatiale lego pour lapprentissage de la collaboration entre métiers*"**, Legardeur Jérémy, Minel Stephanie, Ivaldi-Brunel Baptiste, Perotti Clément, Saint-Geremie Pascal, Ugarte William, Acte du 10ème colloque AIP-PRIMECA (2007) CD Rom 10ème colloque AIP-PRIMECA (2007) La Plagne

13. **"*A pedagogical game based on Lego bricks for collaborative design practices analysis*"**, Legardeur Jérémy, Minel Stephanie, Savoie Erika, Proceedings of the 14th ISPE International Conference on Concurrent Engineering (2007) 487-494 CE2007 - 14th ISPE International Conference on Concurrent Engineering (2007) Sao Jose dos Campos

14. **"*SimulElec, a Delphi written simulator for power Electrical Engineering, using VHDL-AMS modeling*"**, Legrand Fabien, Azurmendi Maria, Martin Fernando, Fontan Luis, Charlot Jean-Jacques, Couture Nadine, Proceedings of BMAS 2007 (2007) OO-00 IEEE International Behavioral Modeling and Simulation Conference (2007) San Jose

15. **"*LPV Control of Wind Turbines for Fatigue Loads Reduction using Intelligent Micro Sensors*"**, Lescher Fabien, Camblong Haritza, Curea Octavian, Briand Renaud, American Control Conference (2007) 6061 - 6066 American Control Conference (2007) New York

16. **"*Knowledge modelling for supporting decision making in optimal distributed design process*"**, Mejia-Gutierrez Ricardo, Fischer Xavier, Bennis Fouad, Proceedings of the IEEM-2007 (2007) P-0393 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM 2007) (2007)

17. **"*Modélisation distribuée des connaissances s'appuyant sur les systèmes Multi-Agent*"**, Mejía-Gutiérrez Ricardo, Fischer Xavier, Bennis Fouad, Les innovations en conception des produits et des systèmes de production (2007) A4-4 10ème colloque national AIP-PRIMECA (2007) La Plagne

18. **"*Managing collaboration for improving design co-ordination*"**, Merlo Christophe, Legardeur Jérémy, Pol Guillaume, Jared Graham, Proceedings of ERIMA'07 (2007) 0 ERIMA'07 (2007) Bidart

19. **"*From collaborative practices analysis to improvements in the definition of PDM workflows*"**, Merlo Christophe, Pol Guillaume, Jared Graham, Legardeur Jérémy, Proceedings of ICED'07 (2007) CD-Rom International Conference on Engineering Design 2007 (2007) Paris

20. **"*Une approche de modélisation flexible et réduite pour la simulation virtuelle*"**, Ordaz-Hernandez Keny, Fischer Xavier, Bennis Fouad, Les innovations en conception des produits et des systèmes de production (2007) C4-4 10ème Colloque National AIP PRIMECA (2007) La Plagne

21. **"*Méthodes et outils pour les phases préparatoires du processus d'innovation*"**, Pialot Olivier, Legardeur Jérémy, Boujut Jean-Francois, Actes du 10ème colloque AIP-PRIMECA (2007) CD Rom 10ème colloque AIP-PRIMECA (2007) La Plagne

22. **"*Towards a multi-input model, method and ILM (Ideas Lifecycle Management) tool for innovation*"**, Pialot Olivier, Legardeur Jérémy, Boujut Jean Francois, Proceedings of the European Symposium on Innovative Management Practices ERIMA07' (2007) 13-25 ERIMA 07' (2007) Bidart

23. **"*Towards a multi-input model and method in early design phases of the innovation process*"**, Pialot Olivier, Legardeur Jérémy, Boujut Jean Francois, Proceedings of ICED07 (2007) CD Rom ICED (2007) Paris

24. **"*Supporting collaboration in product design through PLM system customization*"**, Pol Guillaume, Merlo Christophe, Legardeur Jérémy, Jared Graham, Product Lifecycle Management : Assessing the industrial relevance (2007) 21-30 M.Garetti, S.Terzi, P.Ball, S.Han Product Lifecycle Management (2007)

25. **"*ArcheoTUI - A Tangible User Interface for the Virtual Reassembly of Fractured Archeological Objects*"**, Reuter Patrick, Riviere Guillaume, Couture Nadine, Sorraing Nicolas, Espinasse Loïc, Vergnieux Robert, Proceedings of VAST'07 (2007) 15-22 The 8th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (VAST'07) (2007) Brighton

26. **"*PEGASE : a prototype of software to manage design system in a collaborative design environment*"**, Robin Vincent, Merlo Christophe, Girard Philippe, Complex Systems Concurrent Engineering : Collaboration, Technology Innovation and Sustainability (2007) , pp. 597 - 604 Geilson Loureiro et Richard Curran 14th ISPE, International Conference on Concurrent Engineering, CE2007 (2007) Sao Jose dos Campos

27. **"*Innovative Permanent Magnet Generator for an Easy Integration into Direct Drive Wind Turbines*"**, Robles E., Zaragoza J., Merino M., Ceballos S., Vechiu Ionel, Curea Octavian, European Wind Energy Conference (2007) CD-ROM European Wind Energy Conference & Exhibition (2007)

28. **"*Digital Control of a Three-Phase Four-Leg Inverter under Unbalanced Voltage Conditions*"**, Vechiu Ionel, Curea Octavian, Camblong Haritza, Ceballos S., Villate J. L., EPE 2007 (2007) 1 - 10 Power Electronics and Applications, EPE 2007 (2007)

29. **"*Reaching readiness in technological change through the application of capability maturity models principals*"**, Zéphir Olivier, Minel Stéphanie, Complex Systems Concurrent Engineering : Collaboration, Technology Innovation and Sustainability (2007) 57-64 ISPE - International Conference on Concurrent Engineering - Research and Applications (2007) Sao Paulo

30. **"*Opérationnalisation de la technologie RFID dans le secteur de la maintenance et la maturité organisationnelle*"**, Zéphir Olivier, Minel Stéphanie, L'entreprise innovante en réponse à la mondialisation : défis et perspective en génie industriel (2007) Session 17 : Planification, Qualité et Maintenance 7ème Congrès International de Génie Industriel (2007) Trois-Rivières, Quebec

31. **"*Application d'un modèle de maturité de changement potentiel pour l'intégration de la technologie RFID en maintenance* "**, Zéphir Olivier, Minel Stéphanie, Girard Philippe, Les innovations en conception de produits et systèmes de productions (2007) SCS3 10ème Colloque National AIP Primeca (2007) La Plagne

32. **"*Supply chain improvement : assessing readiness for change trough collaboration evaluation*"**, Zéphir Olivier, Chapotot Emilie, Minel Stéphanie, Roussel Benoît, ICEIS Databases and Information Systems Integration (2007) 609-614 ICEIS (2007) Funchal

33. **"** ***Evaluating organisational readiness for change implementation through a potential change maturity model***, Zéphir Olivier, Minel Stéphanie (2007), 15-16 mars 2007, ERIMA07 Conference.

34. **"*Gross error detection applied to a wind turbine*"**, Bennouna O., Heraud N., Rodriguez M., Camblong Haritza, Computational Engineering in Systems Applications (2006) 843 - 850 Computational Engineering in Systems Applications (2006)

35. **"*Comparison of Three Wind Turbine Controller Synthesis Methodologies*"**, Camblong Haritza, Lescher Fabien, Guillaud X., Vechiu Ionel, EEE ICIT 06 (2006) 1908-1913 Industrial Technology, 2006. ICIT 2006 (2006) Bombay

36. **"*Towards new maintenance and product design processes with embedded technology*"**, Chapotot Emilie, Legardeur Jérémy, Girard Philippe, Proceedings of Virtual Concept 2006 (2006) CD Rom Springer Verlag Virtual Concept 2006 (2006) Cancun

37. **"*TactiMod dirige et oriente un piéton*"**, Couture Nadine, Minel Stéphanie, Proceedings (2006) 9-16 Ubimob (2006) Paris

38. **"*Faisabilité dune Interface Tangible pour la Validation dHypothèses en Géosciences*"**, Couture Nadine, Rivière Guillaume, Proceedings of Ubimob'06 (2006) 163-164 3è Journées Francophones Mobilité et Ubiquité (Ubimob'06) (2006) Paris

39. **"*Accounting for Incompressibility in Reproducing Kernel Particle Meshless Approximations*"**, Joyot P., Trunzler J., Chinesta F., 9th. ESAFORM Conference on Material Forming (2006) University of Strathclyde, Glasgow, UK 9th. ESAFORM Conference on Material Forming (2006) Glasgow

40. **"*Alleviation of Wind Turbines Loads with a LQG Controller associated to Intelligent Micro Sensors*"**, Lescher Fabien, Camblong Haritza, Briand Renaud, Curea Octavian, IEEE ICIT 06 (2006) 654-659 Industrial Technology, 2006. ICIT 2006 (2006)

41. **"*Comparison of wind turbines technical regulations*"**, Marin David, Camblong Haritza, Guillaud X., Rodriguez M., ICIT 06 (2006) 316-321 Industrial Technology, 2006. ICIT 2006 (2006) Mumbai

42. **"*A tool for analysing collaborative practices in project design*"**, Merlo Christophe, Pol Guillaume, Legardeur Jérémy, Jared Graham, Information Control Problems in Manufacturing 2006 A proceedings volume from the 12th IFAC International Symposium (2006) **1**, 709-714 A.Dolgui, G.Morel, C.E.Pereira 12th IFAC International SYmposium, INCOM'06 (2006) Saint-Etienne

43. **"*Collaborative practices analysis in design teams*"**, Merlo Christophe, Pol Guillaume, Jared Graham, Legardeur Jérémy, Research in Interactive Design (2006) **2**, 97 PLEDM'07 (2006) Cancun

44. **"*Vers un outil pour les phases amont du processus d'innovation*"**, Pialot Olivier, Legardeur Jérémy, Actes de la 13ème Conférence CONFERE 2006 (2006) 162-166 CONFERE 2006 (2006) Marrakech

45. **"*Proposition of a new model for early phases of innovation processes*"**, Pialot Olivier, Legardeur Jérémy, Boujut Jean Francois, Serna Livier, Proceedings of Design 2006 (2006) 603-610 Design 2006 (2006) Dubrovnik

46. **"*New model and tool for ideas management during early design phases of innovation processes*"**, Pialot Olivier, Legardeur Jérémy, Boujut Jean Francois, Proceedings of Virtual Concept 2006 (2006) CD Rom Virtual Concept 2006 (2006) Cancun

47. **"*Modélisation sous MATLAB-Simulink d'un émetteur-récepteur pour microcapteurs*"**, Terrasson G., Briand R., Basrour S., 9ème Journées Nationales du Réseau Doctoral en Microélectronique (JNRDM06) (2006) 4 p. Rennes

48. **"*Pros and Cons of the Nonlinear LUX Color Transform for Wireless Transmission with Motion JPEG2000*"**, Totozafiny Théodore, Patrouix Olivier, Luthon Franck, Proceedings of International Conference. Image and Vision Computing New Zealand (2006) 49-55 International Conference. Image and Vision Computing New Zealand (2006) Great Barrier Island

49. **"*Dynamic Background Segmentation for Remote Reference Image Updating within Motion Detection JPEG2000*"**, Totozafiny Théodore, Patrouix Olivier, Luthon Franck, Coutellier Jean-Marc, Proceedings of the International Symposium of Industrial Electronics (2006) **vol. I**, 505-510 International Symposium on Industrial Electronics (2006) Montréal

6.1.3 Communications sans actes

1. **"*Mixed MLS/Hermite MLS approximation for discretizing equations encountered in beam and plate models*"**, Joyot P., Chinesta F., Villon P., Khoshnoudirad B., Fourth International Workshop : Meshfree Methods for Partial Differential Equations (2007) Bonn

2. **"*Un environnement de travail pour la conduite de la conception*"**, Merlo Christophe, Robin Vincent, Girard Philippe, 10ème Colloque National AIP PRIMECA (2007) La Plagne

3. **"*Nouvelle approche pour la conception d'un émetteur-récepteur très faible consommation*"**, Terrasson Guillaume, Briand Renaud, Basrour Skandar, Colloque GDR SOC-SIP (2007) Paris

"*Ergonomie : La pratique d'un acteur interface*", Zéphir Olivier, Minel Stéphanie, Perotti Clément, 3ème édition des ateliers de la recherche en design, 11,12 décembre 2007, Bordeaux.

4. **"*The Natural Element Method for Simulating Evolving Discontinuities*"**, Chinesta F., Yvonnet J., Villon P., Joyot P., Cueto E., (2006) International Union on Theoretical and Applied Mechanics (IUTAM) Symposium on Discretization Methods for Evolving Discontinuities (2006) Lyon

5. **"*A Variable Consistency Algorithm for Moving Least Squares Methods*"**, Joyot P., Chinesta F., Villon P., (2006) 7th World Congress on Computational Mechanics (WCCM-VII) (2006) Los Angeles

6. **"*Modélisation sous MATLAB-Simulink dun émetteur-récepteur pour microcapteurs autonomes*"**, Terrasson Guillaume, Briand Renaud, Basrour Skandar, JNRDM 06 (2006) Rennes

6.1.4 Chapitres d'ouvrages scientifiques

1. **"*Accounting for Weak Discontinuities and Moving Boundaries in the Context of the Natural Element Method and Model Reduction Techniques*"**, Chinesta F., Cueto E., Joyot P., Villon P., IUTAM Symposium on Discretization Methods for Evolving Discontinuities (2007) 37-55 Combescure, de Borst and Belytschko editors IUTAM Bookseries

2. **"*Nouvelles Avancées dans les Méthodes sans Maillage : le Couplage des Techniques des Eléments naturels et des Moindres Carrés Mobiles*"**, Chinesta Francisco, Yvonnet J., Villon Pierre, Breitkopf P., Joyot Pierre, Alfaro I., Cueto E., Modélisation numérique Matériaux , Défis et Perspectives (2007) pp.153-186

3. **"*Enriched reproducing kernel particle approximation for simulating problems involving moving interfaces*"**, Joyot P., Trunzler J., Chinesta F., Meshfree Methods for Partial Differential Equations III (2007) Griebel, Michael ; Schweitzer, Marc A. Lecture Notes in Computational Science and Engineering, Vol 57

6.1.5 Autres publications

1. **"Systèmes interactifs sensibles aux émotions : architecture logicielle"**, Clay Alexis,

6.2 Equipe GRAPHOS

6.2.1 Ouvrages

1. - Larrasquet Jean-Michel, Kerri Souhila (Editeurs) : Intégration des connaissances et compétences à la pratique, Actes des 12^e journées Européennes de Projectique, numéro spécial de la revue Cognitiques / Cognitics, Université Victor Ségalen Bordeaux 2, 2007.

6.2.2 Articles dans des revues internationales avec comité de lecture

1. International Journal of Technology Management & Sustainable Development, Coordination d'un numro spécial consacré à l'expérience de Mondragòn, à paraitre.

2. ***"Un changement en profondeur réussi, à partir du cas de la clinique psychiatrique A "***, Larrasquet Jean-Michel, Franchisteguy-Couloume Isabelle, Kerri Souhila , 2007, Actes du congrès international EHMA, Cahiers hospitaliers, Lyon, juin 2007.

6.2.3 Conférences avec actes

1. **"*Représentations et projets de création d'entreprises innovantes : application à l'accompagnement du créateur* "**, Dupouy Aline , 2006, n^o spécial de la Revue Cognitiques/Cognitics "Représentation et Management ", Avril 2006.
2. **"*Que es el conocimiento ? Que es lo que se puede gestionar ?*"** Larrasquet Jean-Michel, 2006, Congrès International INFO06 y IntEmpres 2006 (Information et Intelligence économique), 17-21 avril 2006, La Habana, Cuba.
3. **"*Thinking about transfer from the Mondragòn experience*"** Larrasquet Jean-Michel, Grellier Hervé, Ugarte Luxio, Lopez Perez Sain, Triple Helix Conference, 18 et 19 septembre 2006, University of the West of England, Bristol, UK.
4. **" *Consultance, recherche et responsabilité sociale. Quelques rélexions éthiques, épistémologiques et méthodologiques,*"** Larrasquet Jean-Michel, Grellier Hervé, Ugarte Luxio, 2006, Colloque Lentic, Intervenir dans le monde du travail : la responsabilité sociale d'un centre de recherche en sciences humaines, 30 novembre 2006, Liège, Belgique.
5. **"*La prise en compte des représentations dans la gestion des risques professionnels : positionnement d'une recherche* "**, Pilnière Véronique, Chautru Lionel, n^o 9 de Cognitique, 2006.
6. **"*Organisation et valeurs : une "contorsion en boucle". Le cas de la clinique psychiatrique "T",*"** Larrasquet Jean-Michel, Kerri Souhila, Franchisteguy-Couloume Isabelle, 2007, European Health Management Association (EHMA) Annual Conference, 27-29 juin 2007, Lyon, France.
7. **"*About the transferability of behavioural skills*"**, Saumonneau Marion, Franchisteguy-Couloume Isabelle, Lartigue Véronique, 2007, European Research on Innovation Management Alliance, Proceedings of ERIMA07', 15-16 mars 2007, Biarritz.
8. **"*Towards a dialogic management of cognitive competences*"**, Dupouy Aline, Jayaratna N., Larrasquet Jean-Michel, Pilnière Véronique, Proceedings of ERIMA07', 15-16 mars 2007, Biarritz.
9. **"*A second look at the complex innovation phenomenon through a dialogical principle* "**, Kerri Souhila, Amazketa de la Fuente Ana, 2007, European Research on Innovation Management Alliance, Proceedings of ERIMA07', 15-16 mars 2007, Biarritz.
10. **"*Modalités d'accompagnement pour la mise en oeuvre d'une politique de gestion des risques professionnels,*"** Pilnière Véronique, Dupouy Aline, 2007, European Health Management Association (EHMA) Annual Conference, 27-29 juin 2007, Lyon, France.
11. **"*Employabilité des personnes de basse et moyenne qualification : Identification des compétences comportementales* "**, Dupouy Aline, Kerri Souhila, Lartigue Véronique, Pilnière Véronique, Saumonneau Marion, 2007, Actes des 12èmes journées de Projectique, 26 et 27 octobre 2007.
12. **" *Requirements' Specifications for Staffing in a network organization,* "**, Sigurd Agrell Per, Pilnière Véronique, Larrasquet Jean-Michel, 2007, Colloque 13^e journées de Projectique, Bidart-San Sebastian, 29-30 novembre 2007.
13. **"*Eléments de réponse au constat du peu d'efficacité des politiques de gestion des risques professionnels,* "**, Pilnière Véronique, 2007, Colloque XIIIe journées de Projectique, Bidart-San Sebastian, 29-30 novembre 2007.
14. **" *Consultance et recherche*"**, Claveranne Jean-Pierre, Grellier Hervé, Larrasquet Jean-Michel, 2007, Colloque XIIIe journées de Projectique, Bidart-San Sebastian, 29-30 novembre 2007.

15. **"*Le management des compétences : un levier pour la mise en oeuvre de changement organisationnel ?*"**, Franchisteguy-Couloume Isabelle, 2007 CREG - IUT de Bayonne, Projectique, 2007.

6.2.4 Communications sans actes

1. **" *Epistemologas complejas y gestiòn de la salud* "**, Larrasquet Jean-Michel, 2007, Colloque sur la complexité en santé, Bilbao, 1er juin 2007.
2. **" *Les valeurs ajoutées de l'expérience de Mondragòn* "**, Larrasquet Jean-Michel, Sallaberria Javier[1] , 2007, 1^e journée européenne du manager coopératif : l'expérience Mondragòn pour construire la gestion coopérative de demain, journée coorganisée par la Confédération Générale des Scop, le Crédit Coopératif et Mondragon Corporacion Cooperativa, Paris, 17 janvier 2007.
3. **" *L'avenir de l'entreprise mutualiste : comment penser en termes de transfert à partir de l'expérience de Mondragòn*"**, Larrasquet Jean-Michel, 2006, Perspectives mutualistes, journée organisée par le Crédit Agricole, 15 décembre 2006, Palais Beaumont, Pau.

6.2.5 Chapitres d'ouvrages scientifiques

1. ***Prise de conscience du pouvoir des acteurs et gestion des risques à l'hôpital. A propos du cas de l'encadrement supérieur,* "**- Larrasquet Jean-Michel, Delpy Philippe, Oriane, Risque, formalisation et applications pour les organisations, Bernard Guillon (dir.). LHarmattan, Paris, 2007.
2. - ***Thinking about transfer from the Mondragon experience,*"** Larrasquet Jean-Michel, Grellier Herv, Lopez Sain et Ugarte Luxio,The challenge of social innovation in urban revitalization, Paul Drewe, Juan-Luis Klein, Edward Hulsbergen (Eds.), Design Science Planning, Techne Press, Amsterdam, 2007.

6.2.6 Autres publications

1. Projet Européen FSE, article 6 : Rural Change : "Les bonnes pratiques de la création d'activités en milieu rural, 2005- 2007 , tiré à part.

[1]Javier Sallaberria est président de la Fédération Mondiale des Coopératives Ouvrières

Chapitre 7

Rencontres ESTIA Recherche 2006-2007

Les Rencontres ESTIA Recherche ont lieu tous les mois. Elles donnent lieu à deux exposés présentant un thème de recherche, suivis d'une discussion permettant de faire le point sur les évènements récents concernant la recherche à l'ESTIA. Nous donnons ci-dessous le programme de ces rencontres en 2006 et 2007.

Jeudi 13 Avril 2006 (salle Akelarre, ESTIA1, 14h00-15h00)
Olivier Zéphir, Méthodes et outils pour la conduite du changement organisationnels dans les organisations complexes
Emilie Chapotot, Etude de la traçabilité des pièces en maintenance de produits aéronautiques : capitalisation des connaissances pour l'ammélioration de la conception

Jeudi 11 Mai 2006 (salle réunion 2, ESTIA 2, 14h00-15h00)
Olivier Pialot, Vers un outil pour les phases amont des processus d'innovation
Alexis Clay, Capture et analyse d'émotion : application à la danse

Jeudi 8 Juin 2006 (Amphi 2, ESTIA 2, 14h-15h)
Théodore Totozafiny, JPEG2000 pour vidéo surveillance routière sans fil
Keny Ordaz, Prototypage virtuel en conception interactive

Jeudi 6 juillet 2006 (Amphi 2, ESTIA 2, 14h-15h)
Olivier Arrijuria, Micro accéléromètre capacitif

Jeudi 12 Octobre 2006 (salle réunion 1, 14h-15h)
Ricardo Mejia, Modélisation collaborative des connaissances pour la description et formalisation des problèmes de conception

Jeudi 9 Novembre 2006 (salle réunion 2, 14h-15h)
Livier Serna, Modélisation et représentation d'espaces de recherche en conception interactive
David Marin, Etude de l'intégration de l'énergie éolienne dans les zones insulaires

Jeudi 14 Décembre 2006 (salle réunion 1, 14h-15h)
Jean-Marc Cieutat, Navigateur de pêche et rendu réaliste des phénomènes physiques

Jeudi 11 Janvier 2007 (salle de réunion 2, 14h-15h)

Guillaume Terrasson (Préempté), Conception d'un émetteur récepteur radiofréquence pour microcapteurs

Yves Barjhoux et Martine Chalcou, Présentation de Innovalis Aquitaine

Jeudi 15 Février 2007 (Salle de réunion 1, 14h-15h)

Haritza Camblong, Pôle énergies renouvelables

Emmanuel Bouix, MagecSTIC 2007 à Anglet

Jeudi 8 Mars 2007 (Salle de réunion 1, 14h-15h)

Théodore Totozafiny, Tests utilisateurs sur des images, dans le cadre de sa Thèse de Doctorat

Patrick Truchot et Benoit Roussel, Présentation des travaux et activités de l'ERPI et de la plateforme Cré@tion

Jeudi 12 Avril 2007 (Salle de réunion 1, 14h-15h)

Jérémy Legardeur, Accompagner les idées innovantes vers la phase d'avant projet.

Jeudi 24 Mai 2007 (Salle de réunion 1, 14h-15h)

Présentation des stages effectués au LIPSI

Capturer en temps réel les mouvements d'un danseur.

Accéléromètres, simulations sous MathLab et Cadence.

Animations pour la Réalité Augmentée avec ARToolkit.

Augmenter graphiquement une scène physique.

Ergonomie de Tactimod, guidage par vibration.

Réalisation d'un drône.

Une interface graphique en JAVA pour Tactimod via Bluetooth.

Jeudi 13 Septembre 2007 (ESTIA 2 réunion 1, 14h-15h)

Carmen Paz, Portage du simulateur d'entrainement à la navigation de pche (Lycée maritime de Ciboure)

Ionel Vechiu, Prototype d'un onduleur

Chapitre 8

Animation scientifique

8.1 Equipe LIPSI

8.1.1 Organisation de manifestations scientifiques

En mai 2006, Haritza Camblong, Octavian Curea, David Marin et Lionel Vechiu ont organisé une **Formation sur les sources d'énergie renouvelables et les micro-réseaux** en mai 2006, detinée à des enseignants chercheurs de l'Université du Havre/. Ils y ont associé des experts de l'ADEME et de VALOREM, dans le cadre du projet européen *Microgrids* dont le but est de promouvoir et de diffuser les micro-réseaux basés sur des sources d'énergie renouvelables dans les pays en voie de développement.

L'objectif de la formation était d'acquérir les bases théoriques utiles à la compréhension des divers éléments mis en jeu dans le fonctionnement des micro-réseaux électriques et d'apporter aux participants les connaissances nécessaires pour analyser les besoins énergétiques des régions rurales, prendre les décisions technologiques concernant l'installation et le dimensionnement de réseaux, sensibiliser la population et les décideurs pour bénéficier de leur soutien dans le développement de réseaux, créer un cadre de réglementation, et finalement former à leur tour d'autres personnes, principalement sur les concepts de base théoriques par rapport aux sources d'énergie renouvelables, le rendement énergétique et les réseaux.

En mars 2007, ESTIA Recherche a organisé à Bidart la première **conférence internationale ERIMA07'** (www.erima.estia.fr) afin de promouvoir des échanges scientifiques sur les modèles, les outils et les pratiques pour favoriser l'innovation et la créativité. Cette première conférence ERIMA a rassemblé plus de 100 participants (dont 60% de chercheurs, 30% d'industriels, 10% d'institutionnels) venant de 16 pays différents, et plus de 60 articles scientifiques et industriels ont été présentés. La conférence ERIMA07' a montré l'intérêt scientifique et industriel de pérenniser un tel réseau.

Le réseau ERIMA s'est constitué en 2006 avec la participation de 13 centres d'excellence en Europe (Allemagne : BIBA, Fachhochschule Wiesbaden, Fraunhofer IAO, Fraunhofer ISI, Angleterre : Cranfield University, London School of Economics, Portugal : INESC Porto, Italie : ISUFI, France : ESTIA, Espagne : MIK, Norvge : SINTEF, Pays Bas : TNO, Finlande : VTT) qui ont décidé de partager, de part leur proximité scientifique, les résultats de recherches et les bonnes pratiques autour des outils et des méthodes pour le management de la créativité et de l'innovation dans les organisations industrielles.

L'objectif scientifique principal du réseau ERIMA est de permettre aux chercheurs et praticiens de l'innovation de construire collectivement une telle référence en proposant un modèle sur l'innovation qui vise :

- d'une part à évaluer et à faire évoluer les capacités d'innovation des entreprises en proposant des supports d'évaluation, d'audit, et de diagnostic, ainsi que de nouveaux outils et méthodes d'aide à l'innovation,

- d'autre part à labelliser ces entreprises reconnues comme innovantes par un "label innovation ERIMA" basé sur ce modèle de référence et les résultats obtenus par des éthodes d'analyse scientifiquement éprouvées.

L'intérêt du réseau est de mutualiser les avancées scientifiques afin de reconnaitre et promouvoir les innovations industrielles et ainsi contribuer aux développements économiques (création de nouvelles activités, nouveaux emplois ...) des entreprises, et de manière indirecte, de leur territoire.

L'objectif du réseau ERIMA est également d'identifier des projets de collaborations industrie-recherche sur les thèmes de l'innovation et d'identifier les possibilités de réponse aux appels à projets de la commission européenne.

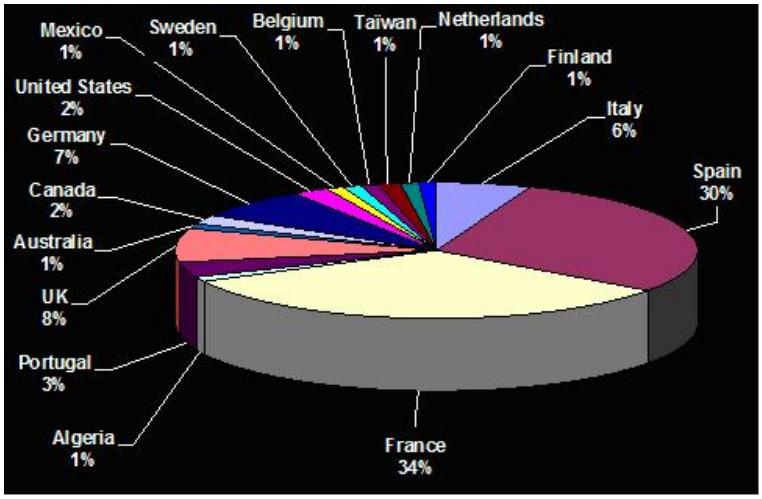


Fig. 1 : Origine des participants à ERIMA07'

Jean Esterle et Pierre Joyot ont organisé du 25 au 27 avril 2007 à l'ESTIA la **conférence MATHESTIA**, destinée à favoriser les échanges entre différents domaines des mathématiques Pures et Appliquées. Cette première réunion, qui devrait être suivie d'autres, a été concentrée sur les tèmes suivants

Analyse Harmonique et Complexe et Théorie des opérateurs

Méthodes sans maillages

Traitement du signal et de l'image

Ce workshop s'est inscrit dans le prolongement de la recherche en analyse complexe et harmonique organisée en France au niveau national dans le cadre des GDR CNRS 2101 (2000-2003) et 2753 (2004-2007), et organisée au niveau européen dans le cadre des RTN "Analysis and Operators" (2000-2004) et "HARP" (2002-2006), financés par la Communauté Européenne, dont les anciens coordinateurs assistaient à la Conférence. Il faisait aussi partie d'une série de rencontres internationales de chercheurs en Matématiques, Ingénierie et Mécanique dédiées aux "Méthodes sans maillages", qui s'avèrent nécessaires dans des situations où la méthode des éléments finis s'avère inopérante (une de ces réunions avait été organisée par Pierre Joyot à l'ESTIA en octobre 2005). La Conférence MATHESTIA était organisée par l'IMB (Institut de Mathématiques de Bordeaux) et le LAPS (Laboratoire d'Automatique, Productique et thorie du Signal) de l'Université Bordeaux 1, par le LIPSI de l'ESTIA, par le groupe Magique 3-D (INRIA/UPPA) et le LMA (Laboratoire de Mathématiques Appliquées), de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, par le GDR CNRS 2753, et par le Département de Mathématiques de Bilbao de l' EHU-UPV (Euskal Herriko Unibersitatea-Universidad del Pays Vasco). Les langues officielles de la Conférence étaient l'anglais, l'espagnol, le français et l'euskara.

Cette manifestation scientifique a reçu le soutien de l'EHU-UPV, de l'Université Bordeaux 1, de l'UPPA, de l'INRIA, du CNRS, du Ministère de l'Education et de la Recherche, du fonds Aquitaine-Euskadi, de la Communauté de Travail des Pyrénées et de la CCI Bayonne-Pays Basque. La Conférence a été clôturée par une table ronde Université-Industrie rassemblant des représentants de l'Université et des milieux industriels et financiers, à laquelle ont notamment participé Anders Lindquist, membre de l'Académie des Sciences de l'Ingénieur de Suède, et Michel Bleitrach, Président de Keolis.

8.1.2 Participation à des réseaux

- Depuis 2003 : **Participation au GdR MACS (Modélisation Analyse Conduite des Systèmes dynamiques, CNRS), dans le sous-groupe IS3C** (Ingénierie des systèmes de conception et conduite du cycle de vie produit) ; il s'agit d'un groupe de recherche issu des réseaux d'automatique/productique, s'intéressant au pilotage de la conception et en particulier aux aspects collaboratifs et gestion des connaissances. C.Merlo anime depuis novembre 2005 le thème "systèmes d'information pour la conception et la modélisation des produits" au sein dIS3C.

- Depuis 2005 : **Autour de la mise en place de l'AIP Aquitaine**

Mise en place dun projet de conception collaborative inter-établissements basé sur le systme Windchill Project Link (PTC). Ce projet avait pour but de valider les conditions de collaboration autour de cet environnement PLM auprès d'enseignants et de groupes détudiants de l'Ensam, de l'Estia et de l'Université Bordeaux 1, et est devenu opérationnel pour le lancement effectif de l'AIP la rentre 2006. Il a inclus une participation aux Journes pédagogiques PLM consacrées à l'enseignement du PLM au sein des AIP, organisées par l'Ecole Centrale de Nantes.

- Depuis 2005 : **Pôle Energie-Ressources du projet SEEDS** (Systèmes dEnergie électrique dans leurs Dimensions Sociétales, en attente d'un cadre juridique). Il sagit d'une coordination nationale des laboratoires de recherche français en Génie Electrique construite autour des aspects applicatifs. Le pôle Energie-Ressources intègre l'activité du groupe Production Décentralisé du GdR ME2MS.

8.1.3 Participation à des jurys de thèse

Jean Esterle a été rapporteur des Habilitations à diriger des recherches de Philippe Jaming (Orléans, juillet 2007) et Frédéric Bayart (Bordeaux, décembre 2007).

8.1.4 Participation à des conseils et comités scientifiques

Nadine Couture a participé en 2006 au **Comité de programme de UBIMOB 2006** (2006, Paris).

Jean Esterle est membre du **Conseil Scientifique de l'ANR** (Agence Nationale de la Recherche), section 5,"Mathématiques et leurs interactions", depuis Mars 2007. Il est également membre du **Steering Comittee** de la série de Conférences bisannuelles sur les algèbres de Banach, et membre du **Conseil Scientifique du GDR "Analyse fonctionnelle et harmonique et applications."**

Xavier Fischer a participé en 2006 au **Comité des vice-présidents de Design Computing and Cognition 2006** (DCC 2006, Eindhoven), et au **Comité scientifique de Design 2006**, (2006, Dubrovnik).

Jérémy Legardeur a participé au **Comité Scientifique de la conférence ICED'07** (International Conference on Engineering Design).

Jérémy Legardeur a participé au **Comité Scientifique de la conférence ERIMA'07** dont il a été le principal organisateur.

Jérémy Legardeur a participé au **Comité Scientifique de la conférence Projectique.**

Christophe Merlo a participé au **Comité Scientifique de la conférence ICED'07** (International Conference on Engineering Design).

Christophe Merlo a participé au **Comité Scientifique de la Conférence ERIMA'07.**

8.2 Equipe GRAPHOS

8.2.1 Organisation de manifestations scientifiques

8.2.2 Participation à des réseaux

L'équipe GRAPHOS est étroitement liée, dans le laboratoire Européen ERALAN, au groupe Mondragòn par un accord avec le laboratoire de recherche PRAKTIKER appartenant au groupe. Le professeur Jean Michel Larrasquet, reponsable scientifique du GRAPHOS est professeur invité à l'Université de Mondragòn, chargé de l'internationalisation de la recherche en sciences de gestion.

Les réseaux "Projectique" rassemblent une quinzaine de pays et une centaine de chercheurs de par le monde, avec une concentration particulière sur l'Amérique Latine : Argentine (Réseau RIIDES, approuvé, en cours de mise en marche rassemblant trois universités et écoles européennes (dont ESTIA-GRAPHOS) et trois universités argentines), Costa Rica, Cuba, Mexique (projet ECOS MAIA d'appui aux doctorants mexicains). Les réseaux sont le creuset de la réalisation de la conférence internationale annuelle (Journées de Projectique).

Le réseau REMEO (Université de Technologie de Compiègne, Université de Technologie de Troyes, Ecole des Mines de Paris, et ESTIA-GRAPHOS), est un réseau consacré à l'étude du "mouvement" (complexité, innovation et changement organisationnel). Avec les écoles/universités citées ci-dessus, ce réseau mobilise une bonne dizaine de grandes entreprises (entre autres : Airbus, La Poste, Turboméca, MCC, Thalès, Radio-France, DGA, Air France, Orange).

8.2.3 Participation à des jurys de thèse

Jean Michel Larrasquet a participé en 2006 et 2007 aux jurys des thèses suivantes :

-David Ospital, *La délégation du directoire au manager intermédiaire : de l'intention à l'acte. Analyse d'un processus complexe au sein d' une banque*, Université Paris 1 éon Sorbonne, le 18 décembre 2007, Rapporteur.

-Samiha Gharbi, *Proposition d'un modèle de pilotage de la performance pour les organisations en quête de transversalité. L'exemple du déploiement d'un ERP dans une entreprise du secteur de l'industrie pharmaceutique.* Université des Sciences Sociales de Toulouse, le 17 novembre 2007.

-Bernard Cassou-Mounat, *Les réseaux de cancérologie : entre ambitions et réalités,* thèse soutenue le 26 octobre 2007 à l'Université Jean Moulin Lyon 3 (Sciences de gestion). Rapporteur.

-Anthony Staines,*La relation "programme qualité" / "résultats cliniques". Du concept à sa mise en oeuvre dans trois systèmes hospitaliers : le Conseil de Comté de Jonkoping (Suède), Intermountain Healthcare (Etats-Unis) et le groupe Reinier de Graaf (Pays-Bas)* , thèse soutenue le 12 février 2007 à l'Université Jean Moulin Lyon 3 (Sciences de gestion). Rapporteur.

Amaia Agirre, Kooperatiben koeboluzioa konplexutasunaren paradigmatik : beren idiosinkrasiari eusteko bidea, thèse soutenue le 18 octobre 2006 à l'Université de Mondragòn (direction d'entreprise). Rapporteur.

-Julie Labatut, *Collaboration dans la gestion des ressources génétiques : une approche par les instruments et la dynamique collective des connaissances* , thèse préparée sous la direction de Franck Aggeri (Ecole des Mines de Paris) et de Nathalie Girard (INRA). Membre du comit de thèse.

8.2.4 Participation à des conseils et comités scientifiques

Nous indiquons ci-dessous les participations de Jean-Michel Larrasquet à des comités scientifiques en 2007 et 2007 :

-Membre du Comité Scientifique de International Journal of Information Management , Butterworth Heinemann.

-Membre du Comité Scientifique de International Journal of Technology Management and Sustainable Development .

-Membre du Comité Scientifique de la Journée Transdisciplinaire de Recherche "Défis des organisations de santé : défis des sciences de gestion" (avec le soutien de l'AIMS et de l'AGRH), 20 novembre 2008, Lyon.

-Membre du Comité Scientifique de la 1ère Conférence Francophone "Gestion des Connaissances, Société et Organisations", organisée par le Groupe ESC Troyes en collaboration avec l'Institut National des Télécommunications (INT) et l'Institut de Cognitique (Université Bordeaux II), 13 et 14 mai 2008 Troyes.

-Membre du Comité Scientifique de International Conference on Entrepreneurship and Firms in the new Economy : Context, Finance, Strategy, Governance and Performance, Gafsa (Tunisia), 7, 8 et 9 mars 2008.

-Membre du Comité de lancement du laboratoire international de recherche Mondragòn Comunidad Academica Cooperativa (MCAC), dont la vocation est de fédérer, de mettre en synergie et d'impulser les recherches relatives à l'expérience Mondragòn.

-Membre fondateur, pour ESTIA-Recherche, du réseau REMEO consacré au développement de la recherche finalisée sur le mouvement (avec l'Université de Technologie de Compiègne, l'Université de Technologie de Troyes, l'Ecole des Mines de Paris, la DGA, La Poste, Thalès group, Turboméca, ISEA-MCC, France Télécom

-Organisateur pour Mondragon Unibertsitatea, président en titre de la coordination des universités Aquitaine, Euskadi, Navarre, des journées d'échange sur la recherche en Sciences de Gestion sur l'Eurorégion Aquitaine, Euskadi, Navarre, 2006 et 2007.

-Membre du Comité Scientifique d'ERIMA, Bidart, ESTIA-MIK-MCC, 17-18 mars 2007.

-Membre du Comité Scientifique de la Triple Helix Conference, Bristol, University of the West of England, 18-19 septembre 2006, et de l'édition 2008.

-Membre du Comité Scientifique du Congrès International INFO06 y IntEmpres 2006 (Information et Intelligence économique), 17, 21 avril 2006, La Habana, Cuba.

-Membre du Comité Scientifique de la Conférence GISEH.

-Membre du Comité Scientifique et Président du Comité d'Organisation des Journées de Projectique, organises annuellement à Bayonne - San Sebastian (de 1995 à ce jour).

-Membre du Comité de Programme du Congrès (de 1995 à ce jour) de la Société d'Etudes Basques.

-Membre du Comité de Programme de Systems Integration Conference , Prague, University of Economics (de 1994 à ce jour).

Membre du Comité de Programme de British Computer Society - Information Systems Methodologies Specialist Groups annual conference.

-Chercheur invité (Research fellow) à l'Université de Central Lancashire.

-Membre du groupe international de recherche sur " Soft Systems Methodologies ", sous la direction scientifique de Peter Checkland. Professeur invité l'Instituto Superior Politecnico Jose Antonio Echevarria (La Havane, République de Cuba).

Chapitre 9

Moyens mobilisés, Ressources et Contrats : Synthèse

A titre d'approche synthétique des moyens consacrés à la recherche par l'Estia, rappelons que ceux-ci comportent :

- le temps des personnels chercheurs, permanents, invités, post-doctorants, et doctorants,

- la plateforme Estia-Recherche : locaux, matériels et logiciels, documentation, ... : amortissement des immobilisations, et coût de fonctionnement,

- les frais d'inscription et de déplacement à des colloques, séminaires et soutenances organisés à l'extérieur,

- les frais d'organisation des colloques, séminaires et soutenances tenus à l'Estia,

- une quote-part des coûts de support commun de l'Estia (Direction, Comptabilité, Maintenance des équipements et réseaux).

S'agissant des coûts salariaux, Jean Esterle est professeur à l'Université Bordeaux-1, Jean-Michel Larrasquet est professeur à l'UPPA, Isabelle Franchesteguy-Couloume est maitre de Conférences à l'IUT de Bayonne, les chercheurs invités ainsi que les doctorants en CIFRE sont rémunérés par leur employeur, les autres, c'est à dire la plupart, sont salariés de l'Estia, Etablissement de la CCI Bayonne Pays Basque. Pour ces derniers, dont le modèle d'activité est celui de l'enseignant-chercheur des universités, la comptabilité analytique retient que 50% des coûts salariaux sont imputés à Estia-Recherche, et 50% sont imputés à l'activité de Formation.

Au titre de 2007, la comptabilité analytique d'Estia fait apparaitre pour coût d'Estia-Recherche un montant de 1,460 M€.

Ces 1,460 M€ont été réunis comme suit :

- CCI Bayonne Pays Basque : 350 k€

- Fondation d'Entreprises Estia : 200 k€

- Conseil Régional d'Aquitaine/appels projets, valorisation : 80 k€

- Communauté d'agglomération Bayonne-Anglet-Biarritz (allocation doctorants) : 30 k€

- Union Européenne (6^e PCRD, FSE, Interreg) : 310 k€

- Etat (ANR, MAE Coopération Amrique du Sud) : 60 k€

- Etat (contrat quadriennal) : 50 k€

- Entreprises et Organismes/contrats de Recherche, R-D : 380 k€

9.1 Equipe LIPSI

9.1.1 Contrats internationaux

- **SMMART (System for Mobile Maintenance Accessible in Real Time)** : retenu comme projet intégré européen du 6ème PCRD, coordonné par Turbomeca (groupe Safran). Ce projet a un budget total de 13 M euros, dont 350 k-euros pour le LIPSI. Le but du projet est de concevoir et de mettre en place de nouveaux systèmes à base d'électronique embarquée pour le suivi en temps réel de produits complexes (turbomoteur, avions, hélicoptères, poids lourds). Il s'agit d'instrumenter les parties sensibles d'un produit afin de proposer de nouveaux outils et méthodes de suivi pour la maintenance prédictive. Le projet a démarré en novembre 2005, et entre maintenant dans sa dernière année d'activité.

- **Microgrids : retenu comme projet européen COOPENER (Programme Energie Intelligente - Europe de la commission Transports et Energie).** Le but du projet est de promouvoir les microréseaux et les systèmes d'énergie renouvelables pour l'électrification de zones rurales dans les pays en voie de développement. Il est coordonné par Robotiker (centre technique du groupe Tecnalia, Pays Basque d'Espagne). Autres partenaires : CERER-UCAD, Conseil Régional de Dakar, Ministère de lIndustrie et des Mines et SEMIS (Sénégal). Le projet a fonctionné de décembre 2005 à juillet 2007.

- **FRESH (FRom Electric cabling plans to Simulation Help) :** projet labellisé STREP, coordonné par ESTIA et la société AlgoTech. Le but du projet est de concevoir un logiciel de reconnaissance de schémas électriques papier, de conception de schémas et de définition de plans de câblage, pour fabriquer et poser des tresses de câbles aéronautiques. Partenaires industriels : les sociétés EADS-Sogerma, LABINAL (groupe Snecma), Rector (Pologne), Zenon (Gèce), Tekever (Portugal), Euro-Inter (Toulouse). Partenaires universitaires : LORIA (Nancy), CEIT(San Sebastian, UniversitéCe de Navarre). Ce projet, commencé en mars 2005, se termine en mars 2008.

- **BANCO (BANques de TP pour la commande en temps discret)**, mené en partenariat avec ALECOP (entreprise de Mondragón, Pays Basque d'Espagne), avec le soutien du fonds Aquitaine-Euskadi ; ce projet a deux objectifs principaux :

D'une part, la conception de nouveaux bancs de TP pour la commande en temps discret. ALECOP conçoit et fabrique depuis longtemps des bancs de TP permettant d'illustrer les cours théoriques de la plupart des matières d'ingénierie, mais ne possède pas dans son catalogue de banc pour l'étude de l'automatique en temps discret. De son côté l'ESTIA donne à ses étudiants de 2ème et 3ème année des cours sur la commande etn temps discret et a besoin de bancs de TP spécifiques pour les illustrer. Rappelons qu'aujourd'hui la plupart des lois de commande dans un micro-contrôleur ne sont plus implémentées en temps continu mais en temps discret, d'où l'importance de cette matière dans le cycle de formation ingénieur.

D'autre part l'ESTIA souhaite continuer à s'équiper en bancs de TP pour plusieurs matières enseignées dans ses locaux, et ALECOP désire diversifier ses clients et les types de formation pour lesquels elle conçoit et fabrique des bancs pédagogiques. Ainsi, un autre objectif de ce projet était de rapprocher ALECOP et l'ESTIA pour qu'à l'avenir leurs relations soutiennent leur développement. Ce projet a fonctionné de septembre 2006 à août 2007.

- **ELINER (Equipements ELectroniques pour une INtégration efficace des Energies Renouvelables dans le réseauélectrique)**,mené en partenariat avec Robotiker (centre technique du groupe Tecnalia, Pays Basque d'Espagne), avec le soutien du fonds Aquitaine-Euskadi ; son objectif est de valider expérimentalement des concepts innovants pour la conception des équipements électroniques nécessaires pour une intégration efficace des énergies renouvelables dans le réseau électrique, et a concerné la période 2005-06.

-Le projet **Méthodes numériques alternatives : les méthodes sans maillage** a été financé par la CTP (COMMUNAUTE DE TRAVAIL DES PYRENEES). Il rassemble les participants suivants

Aquitaine

LIPSI, ESTIA, Laboratoire LaSAGeC, UPPA²
Coordinateur : P. Joyot (p.joyot@estia.fr)
Midi-Pyrénées
Laboratoire MIP, Université Toulouse III- Paul Sabatier
Coordinateur : P. Laborde (laborde@mip.ups-tlse.fr)
Aragon
Laboratoire GEMM, Universidad de Zaragoza
Coordinateur : E. Cueto (ecueto@unizar.es)
Catalogne
Laboratoire LACAN, Universitat Politècnica de Catalunya
Coordinateur : A. Huerta(antonio.huerta@upc.es)
Les objectifs du réseau sont :

- de mutualiser les savoirs-faire aux niveaux des connaissances fondamentales sur les méthodes sans maillage,
- de définir un outil fédérateur pour implémenter efficacement de nouvelles méthodes sans maillage,
- de rendre visible, auprès d'utilisateurs, partenaires industriels, les potentialités de ces nouvelles méthodes.

Ce projet a été financé pour 2 ans, période 2006-2008, à hauteur de 6000€ par partenaire. Le réseau a notamment participé à la conférence Mathestia en avril 2007 et va organiser une rencontre sur les méthodes sans maillages à l'ESTIA en Octobre 2008.

9.1.2 Projet ANR

CARE (Cultural Experience : Augmented Reality and Emotion) : Ce projet propose de se pencher sur l'application des techniques de Réalité Augmentée au domaine culturel. Les résultats du projet seront articulés autour de deux axes principaux : des techniques d'interaction innovante d'un côté et des méthodes pour les concevoir et les évaluer d'un autre côté. Projet labellisé par l'ANR-RIAM. Autres partenaires : IRIT ,Toulouse, LIG, Université Joseph Fourier, Grenoble, LIMSI, Paris, société IMMERSION, Bordeaux et société METAPAGES, Toulouse. Ce projet doit durer de décembre 2007 à décembre 2010.

9.1.3 Conventions CIFRE

- David Marin : *Intégration des éoliennes dans les réseaux insulaires du futur*. Contrat CIFRE entre le L2EP (Ecole Centrale de Lille), le LIPSI et le CRT ESTIA-Innovation ; octobre 2005 - octobre 2008 (thèse en cours).

- Théodore Totozafiny : *Compression d'images couleur pour application à la télésurveillance routière par transmission vidéo très bas débit.* Contrat CIFRE entre le LIUPPA (UPPA, Bayonne), le LIPSI et la société Magys ; janvier 2004 - décembre 2006 (thèse soutenue en 2007).

- Philippe Etchart : *Conception et caractérisation de structures en multimatériaux collés ; application à des éléments de machine outils en usinage à grande vitesse.* Contrat CIFRE entre le LGM (Université Bordeaux-1), le LIPSI et la société Ederena ; septembre 2002 - septembre 2005 (thèse soutenue en 2007).

-Elise Gabarra : *Segmentation d'images appliquée aux schémas techniques.* Contrat CIFRE avec la société Algo Tech' (soutenance prévue en 2008-2009).

9.1.4 Valorisation et contrats Industriels

- **IPERI (Intégration de Parcs Eoliens dans les Réseaux Insulaires :** Projet mené en collaboration avec EDF-SEI (Système énergétique Insulaire) et EEC (Compagnie d'électicité de Nouvelle-Calédonie, filiale de Elyo) et financé en partie par l'ADEME. L'objectif général est de proposer des solutions en réponse aux problèmes techniques rencontrés par les compagnies d'électricité EEC et EDF-SEI dans l'intégration des parcs éoliens dans leurs réseaux électriques insulaires respectifs. Ces problèmes concernent en particulier l'impact des parcs éoliens sur la stabilité de ces réseaux, et la tenue des éoliennes face aux fortes perturbations provenant de ces mêmes réseaux. La durée prévue pour ce projet est juin 2006-septembre 2009.

- **Optimisation de la commande d'aérogénérateurs au moyen de micro capteurs intelligents :** projet associant la conception de micro-capteurs et leur exploitation pour l'optimisation de la commande déoliennes de grande taille. Ce projet a fonctionné de novembre 2005 à novembre 2007.

- **Changement organisationnel et adaptation du système d'information :** en partenariat avec la société Ederena Concept. Projet co-financé par l'entreprise et le Pôle EITICA (Conseil Régional d'Aquitaine), qui vise à accompagner Ederena Concept dans l'amélioration de ses processus de conception/industrialisation et du système dinformation associé, tout en étudiant les mécanismes collaboratifs et leur pilotage par le chef de projet. Ce projet a fonctionné d'avril 2005 à avril 2006.

- **ISGA**(Projet confidentiel) : Etude, modélisation et diagnostic du processus dans le domaine des services avec une perspective d'ingénierie simultanée. De mars à novembre 2006.

- **ELIPS** (société R2M Technologies) : Ce contrat concerne le développement d'un système automatisé de gestion de parcs de stationnement. Ce système est composé de capteurs autonomes communicant par radiofréquence et enfouis dans le chaussée. Ils sont capables de détecter la présence de véhicules et peuvent transmettre l'état de chaque place à une balise gérant l'ensemble des informations. La première partie du projet a consisté à réaliser un prototype démontrant la faisabilité du produit. Elle s'est achevée en décembre 2006.

-**Portage sur ordinateur personnel d'un simulateur de navigation et de pêche**
De novembre 2006 à novembre 2007, l'ESTIA a été maitre d'oeuvre d'un projet porté par le Lycée Maritime de Ciboure, dans le cadre du contrat de plan Etat-Région (CPER Aquitaine). Le contrat comporte un transfert de technologie vers la société SIREHNA (société spécialisée en simulation marine, issue d'un essaimage de l'Ecole Centrale de Nantes).

9.2 Equipe GRAPHOS

9.2.1 Contrats internationaux

Programme Léonardo, Transfer of an innovative portfolio to evaluate informal learning , 2008-2010.

Projet européen Rural Change , FSE, article 6, direction du projet pour ESTIA (pratiques innovantes et création d'activités en milieu rural), 2005 - 2006.

Programme européen Alfa (Cuba, Mexique, Brésil, Allemagne, Espagne, France) : le lien recherche entreprise face à l'innovation, les relations entre consulting et recherche (2004-2006).

Programme européen INTERREG : construction d'un réseau transfrontalier de recherche (ERA-LAN) : Changement organisationnel et gestion, transfert et apprentissage des compétences liées à sa conduite (2004-2007).

L'équipe GRAPHOS participe également avec le LIPSI au projet européen SMMART (6^e PCRDT) décrit plus haut.

Fonds de Coopération Aquitaine Euskadi, 2006-2007, Innovation, changement organisationnel et transfert des compétences (ESTIA / MU-FCE).

Projet ECOS "MAIA" entre ESTIA et l'Université Autonome de Yucatan (Mexique). Soutien aux doctorants mexicains en gestion (changement organisationnel à l'hôpital).

Programme MAE français PRECAC (France, Cuba, Mexique), 2002-2007.

Projet de transfert de l'expérience Mondragòn vers la Jamaique. Négociation en cours avec le Prof. Arnaldo Ventura, conseiller de la première ministre pour la science, la technologie et leurs applications socio-économiques.

9.2.2 Valorisation et contrats industriels

-Etude des compétences et des métiers émergents pour le pôle de compétitivité Midi Pyrénées et Aquitaine Aéronautique, Espace et Systèmes Embarqués (démarrage mi-mars 2007).

-Transfert de bonnes pratiques depuis l'expérience Mondragòn vers la Confédération générale des Scop Française et le Crédit Coopératif d'autre part (Janvier-décembre 2007).

-Construction d'un module de formation pour les formateurs de l'INSUP : Formation des seniors aux fonctions de tutorat et de compagnonnage (2006 -2007).

-Autoévaluation de la démarche d'accréditation HAS (2^e génération) et gestion des risques, Clinique Cantegrit, Bayonne, 2007.

-Détermination et apprentissage des compétences comportementales des basses et moyennes qualifications, VediorBis, 2004-2006.