

Fabrice BARBIER

Curriculum Vitae

Année 2006-2007



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Résumé</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Curriculum vitæ</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Activités d'enseignement</b>	<b>5</b>
3.1	Description des enseignements effectués (2000-2006) . . . . .	5
3.1.1	Synthèse chronologique . . . . .	5
3.1.2	Synthèse thématique . . . . .	6
3.1.3	Tableau récapitulatif . . . . .	9
3.2	Projet d'enseignement . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Activités de recherche</b>	<b>12</b>
4.1	Domaine de recherche . . . . .	12
4.1.1	Accroître l'impact des spécifications formelles . . . . .	12
4.1.2	Étendre l'utilisation des formalismes de spécification . . . . .	13
4.2	Centres d'intérêt . . . . .	16
4.2.1	Théorie des modèles . . . . .	16
4.2.2	Algèbre universelle et spécifications algébriques . . . . .	16
4.2.3	Coalgèbre universelle et logiques modales . . . . .	17
4.2.4	Théorie des catégories pour l'informatique . . . . .	17
4.2.5	Histoire et épistémologie des mathématiques . . . . .	18
4.3	Projets de recherche . . . . .	18

4.4	Recherche en cours . . . . .	21
4.5	Diffusion scientifique . . . . .	23
4.6	Formations et écoles . . . . .	24
<b>5</b>	<b>Activités collectives</b>	<b>25</b>

# Chapitre 1

## Résumé

- Fabrice BARBIER, né le 30 avril 1975 à Paris X, nationalité française ;
- Thèse soutenue le 05 décembre 2005 à l'Université d'Évry-Val d'Essonne. Titre : *Résultats de théorie abstraite des modèles dans le cadre des institutions : vers la combinaison de logiques*. Mention très honorable ;
- Près de 400 heures d'enseignement (moniteur et 1/2-ATER) avec cours, TD et TP ;
- Principaux thèmes de recherche : théorie abstraite des modèles, fondements des spécifications formelles ;
- Centres d'intérêt : théorie des modèles, algèbre universelle et spécifications algébriques, coalgèbre universelle et logiques modales, méthodes catégorielles pour l'informatique, épistémologie des mathématiques ;
- Publications : 1 workshop international (FOCLASA'03) publié dans Electronic Notes in Computer Science et 1 article de journal (Studia Logica, vol. 85, n°3, avril 2007) ;
- Activités collectives : représentant des doctorants de mon équipe, coordinateur des réunions de travail de mon équipe, animateur et co-fondateur des réunions de doctorants de mon laboratoire.

## Chapitre 2

# Curriculum vitæ

<http://www.ibisc.univ-evry.fr/~fbarbier>

---

*adresse professionnelle :*

IBISC - FRE 2873  
CNRS / Université d'Évry-Val d'Essonne  
523, place des Terrasses  
91 000 Évry  
Tél. : 01 60 87 39 01  
Mel : [fabrice.barbier@ibisc.univ-evry.fr](mailto:fabrice.barbier@ibisc.univ-evry.fr)

*adresse personnelle :*

9, Avenue de la République  
91230 Montgeron  
Tél. : 01 69 00 29 85  
Mel : [fabrice.barbier@ifrance.com](mailto:fabrice.barbier@ifrance.com)

---

### SITUATION ACTUELLE

---

J'ai effectué ma thèse dans l'équipe *SPECIF* du **L**aboratoire de **M**éthodes **I**nformatiques (LaMI)<sup>1</sup> sous la direction de Pascale LE GALL, professeure à l'Université d'Évry et responsable de l'équipe. Mon encadrement a été principalement assuré par Marc AIGUIER, maître de conférence à l'Université d'Évry habilité à diriger des recherches et qui fut également mon encadrant de stage en DEA. J'ai bénéficié d'une bourse MENRT et ai obtenu dès ma première année le statut de moniteur. J'ai effectué à ce titre mes enseignements à l'Université d'Évry. J'ai ensuite bénéficié successivement de deux postes de demi-ATER à l'Université d'Évry qui m'ont permis de finir ma thèse tout en continuant à assurer des enseignements.

Sans emploi à l'heure actuelle, je continue néanmoins mes activités de recherche et d'enseignement. En ce qui concerne la recherche, je poursuis en ce moment plusieurs travaux soit en collaboration avec mon encadrant de thèse, soit en collaboration avec des chercheurs étrangers. Ces travaux sont soit en continuité de mes travaux de thèse (théorie abstraites des modèles et fondements des spécifications algébriques), soit une ouverture vers des thématiques nouvelles (théorie des coalgèbres). Ces travaux sont détaillés en section 4.3. En ce qui concerne l'enseignement, je donne des cours particuliers de mathématiques à des lycéens et des étudiants de classes préparatoires et je me prépare pour la session 2008 du concours externes de l'agrégation de mathématiques.

---

<sup>1</sup>Le laboratoire a récemment changé de nom et de statut lors du regroupement avec le **L**aboratoire des **S**ystèmes **C**omplexes de l'Université d'Évry (LSC) afin de constituer un pôle STIC plus fort qu'auparavant. Il s'appelle désormais **I**nformatique, **B**iologie **I**ntégrative et **S**ystèmes **C**omplexes (IBISC) et se trouve toujours sous les tutelles conjointes de l'Université d'Évry et du CNRS en tant que FRE 2873.

## FORMATION UNIVERSITAIRE

---

2001-2005 **Doctorat en Informatique** à l'Université d'Évry,

Soutenance : 05 décembre 2005

Directrice de thèse : Mme Pascale LE GALL, professeure à l'Université d'Évry

Rapporteurs :

M. Gilles DOWEK, directeur de recherche à l'INRIA et professeur  
à l'École Polytechnique

M. Pierre-Yves SCHOBENS, professeur à l'Université de Namur (Belgique)

M. Benjamin WERNER, chargé de recherche à l'INRIA

Examineurs :

M. Răzvan DIACONESCU, chercheur à l'Institut de Mathématiques Simion Stoilow et  
professeur à l'École Normale Supérieure de Bucarest (Roumanie)

M. Richard LASSAIGNE, professeur à l'Université Paris VII

Encadrant et examinateur :

M. Marc AIGUIER, maître de conférence à l'Université d'Évry

2000-2001 **D.E.A. Informatique** à l'Université d'Évry

Laboratoire : LaMI

Option : spécifications formelles

Stage : *Méta-réécriture : applications à la logique des relations spéciales*

sous la direction de M. Marc AIGUIER, maître de conférence à l'Université d'Évry.

1999-2000 **Maîtrise de mathématiques** à l'Université d'Évry

Option : mathématiques pures

Travail d'étude et de recherche (TER) portant sur la logique du premier ordre et la théorie  
classique des modèles

1998-1999 **Licence de mathématiques** à l'université d'Évry

## EXPÉRIENCE PROFESSIONNELLE

---

2006-2007 Cours particuliers de mathématiques à des lycéens et des étudiants de classes préparatoires  
(agence Complétude de Paris)

2004-2006 Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche à mi-temps à l'Université d'Évry-Val d'Essonne

2001-2004 Moniteur d'enseignement à l'Université d'Évry-Val d'Essonne

2000-2001 Moniteur à la bibliothèque universitaire d'Évry-Val d'Essonne

1999-2000 Tuteur documentaire à la bibliothèque universitaire d'Évry-Val d'Essonne

1994-2000 Diverses expériences d'emplois saisonniers en manutention ainsi que dans l'accueil de touristes.

## DIVERS (ET D'ÉTÉ)

---

**Langages :**

- **naturels** : Français (langue maternelle), Anglais (très bon niveau à l'écrit comme à l'oral), Espagnol (notions de base), Gaélic (notions de base).
- **programmation** : C, C++, Caml, Python.

**Titulaire du permis B**

**Instruments de musique** : guitare (6 ans), bodhràn (5 ans), uilleann pipes (3 ans).

**Conteur (amateur)** : légendes et récits mythologiques celtes et scandinaves

# Chapitre 3

## Activités d'enseignement

Ce chapitre est consacré à la présentation de mes activités d'enseignement au cours de mon D.E.A., de mon contrat de moniteur et de mes deux contrats d'ATER (*cf.* section 3.1), ainsi que de mes projets d'enseignement dans le cas d'un recrutement en tant que maître de conférence (*cf.* section 3.2).

### 3.1 Description des enseignements effectués (2000-2006)

J'ai commencé mes activités officielles<sup>1</sup> d'enseignement dans le cadre d'une vacation durant mon année de DEA (2000-2001). J'ai ensuite continué sur ma lancée, d'abord dans le cadre de mon contrat de moniteur (2001-2004), puis en tant qu'Attaché Temporaire à l'Enseignement et à la Recherche (2004-2006).

L'ensemble de mes enseignements a été effectué à l'Université d'Évry-Val d'Essonne au sein du département d'informatique. Ceci représente près de 400 heures (équivalent TD) de cours, TD et TP qui m'ont permis à la fois d'exercer un travail pédagogique en premier cycle et d'aborder des notions plus complexes en deuxième cycle; ceci soit dans le cadre de formations universitaires classiques (DEUG MASS, SdV, SdM; Maîtrise Informatique, *etc.*), soit dans le cadre de formations universitaires professionnalisées (IUP MIAGE et ASR) tant en formation initiale que continue. Ces enseignements sont listés ci-dessous par ordre chronologique inverse (sauf mention explicite ces enseignements ont tous été dispensés dans le cadre de la formation initiale).

#### 3.1.1 Synthèse chronologique

- **2005-2006** : dans le cadre de mon second contrat de demi-ATER
  - *L1 mathématiques*
    - 21h d'**outils mathématiques pour l'informatique** (Chargé de TD, participation aux sujets de TD, surveillance et correction d'examen)
  - *L1 informatique*
    - 12h de **langages de calcul symbolique et scripts** (Chargé de TD, participation aux sujets de TD et surveillance d'examen)
  - *L2 informatique*
    - 12h d'**introduction à UNIX/Systèmes** (Chargé de TD et surveillance d'examen)
    - 21h de **logique de base** (Chargé de TD)
  - *L3 informatique (formation continue)*
    - 21h d'**algorithmique des graphes** (Chargé de TD, surveillance et correction d'examen)
- **2004-2005** : dans le cadre de mon premier contrat de demi-ATER
  - *Licence informatique*
    - 15h d'**architecture des ordinateurs** (Chargé de TD)
  - *Licence IUP-MIAGE*
    - 4,5h de **mise à niveau en C** (Chargé de TD, participation aux sujets de TD)

---

<sup>1</sup>J'ai également donné des cours particuliers de mathématiques à des collégiens et des lycéens dans la période 1991-2000 et à des lycéens et des étudiants de classes préparatoires dans la période 2006-2007.

- 10,5h de **mise à niveau en structures de données** (Chargé de TD, participation aux sujets de TD)
- *Licence IUP-MIAGE (formation continue)*
  - 21h de **structures de données** (Chargé de TD, participation aux sujets de TD, surveillance d'examen)
- *Licence IUP-ASR*
  - 12h de **langages et compilation** (Chargé de TD, participation aux sujets de TD, rédaction d'un polycopié de cours avec exercices corrigés, surveillance d'examen)
- *Licence IUP-Économie et statistique*
  - 9h de **programmation impérative (C)** (Chargé de TD)
- *DEUG SdM2*
  - 15h TD + 15h TP de **programmation impérative (C)** (Chargé de TD, participation aux sujets de TD et de TP, surveillance et correction d'examen)
- **2003-2004** : dans le cadre de ma troisième année de monitorat
  - *Maîtrise informatique*
    - 18h de **sémantique des langages de programmation** (Chargé de TD et correction d'examen)
  - *DEUG SdM2*
    - 15h TD + 15h TP de **programmation impérative (C)** (Chargé de TD, participation aux sujets de TD et de TP, surveillance et correction d'examen)
  - *DEUG SdV1*
    - 21h d'**initiation à la programmation fonctionnelle (Caml)** (Chargé de TD, correction et surveillance d'examen)
- **2002-2003** : dans le cadre de ma deuxième année de monitorat
  - *DEUG SdV2*
    - 21h d'**initiation à la programmation fonctionnelle (Caml)** (Chargé de TD, surveillance et correction d'examen)
  - *DEUG MASS1*
    - 21h d'**initiation à la programmation fonctionnelle (Caml)** (Chargé de TD, surveillance et correction d'examen)
  - *DEUG IUP-MIAGE*
    - 9h de TD + 6h de cours sur la **gestion de projets logiciels** (Chargé de cours et de TD, rédaction des sujets, encadrement des projets et correction d'examen)
- **2001-2002** : dans le cadre de ma première année de monitorat
  - *DEUG SdV2*
    - 21h d'**initiation à la programmation fonctionnelle (Caml)** (Chargé de TD, surveillance et correction d'examen)
  - *DEUG MASS1*
    - 42h d'**initiation à la programmation fonctionnelle (Caml)** (Chargé de TD, surveillance et correction d'examen)
  - *DEUG IUP-MIAGE*
    - 9h de TD sur la **gestion de projets logiciels** (rédaction des sujets, encadrement des projets et correction d'examen)
- **2000-2001** : dans le cadre d'une vacation lors de mon année de DEA
  - *DEUG SdM2*
    - 15h TD + 15h TP de **programmation impérative (C)** (Chargé de TD, surveillance et correction d'examen)

### 3.1.2 Synthèse thématique

Au cours des cinq dernières années, j'ai enseigné dans les disciplines suivantes :

#### Informatique et mathématiques

- **Outils mathématiques pour l'informatique** en L1 mathématiques (TD) – 21h  
Cet enseignement, sous la responsabilité de Marc AIGUIER, est très proche de mes thèmes de recherche.

L'objectif était de familiariser les étudiants avec les notions de base de la théorie des ensembles qui leur sont indispensables pour la suite de leurs études (union, intersection d'ensemble; relations d'ordre, d'équivalence; éléments de la théorie de la récursivité). Très proche de mes thèmes de recherche et de ce qui m'a amené à l'informatique, cet enseignement a été pour moi l'occasion de transmettre ma passion pour les mathématiques tout en m'obligeant à prendre du recul sur les notions enseignées afin de mieux en donner l'intuition aux étudiants.

– **Sémantique des langages de programmation** en Maîtrise informatique (TD) – 18h.

Cet enseignement, sous la responsabilité de Marc AIGUIER, est très proche de mes thèmes de recherche. Il a été l'occasion de mesurer mes aptitudes à l'enseignement et à la vulgarisation de notions très abstraites liées à la logique du premier ordre et à l'algèbre universelle. Il m'a notamment permis de prendre du recul vis-à-vis de mes travaux de recherche.

L'objectif de cet enseignement a été de présenter aux étudiants les trois types de sémantique usuellement associés aux langages de programmation : sémantique *dénotationnelle*, sémantique *axiomatique*, et sémantique *opérationnelle*. Ces différentes sémantiques ont été étudiées au travers de deux langages simples de programmation, chacun représentatif d'une des deux familles de langages suivantes : les langages *fonctionnels* et les langages *impératifs*. Les langages fonctionnels ont été étudiés au travers du  $\lambda$ -calcul simplement typé et les langages impératifs au travers d'un mini-Pascal.

– **Logique de base** en L2 informatique (TD) – 21h

Cet enseignement, sous la responsabilité de Serenella CERRITO, est également très proche de mes thèmes de recherche. Son but principal était de familiariser les étudiants avec les notions de base de la logique par l'étude particulière de la logique propositionnelle et de la logique du premier ordre.

– **Langages de calcul symbolique et scripts** en L1 informatique (TD) – 12h

Cet enseignement, sous la responsabilité de Jean-Marc DELOSME et Pascal POIZAT, a eu pour but de familiariser les étudiants avec des langages de programmation « exotiques », *i.e.* les langages de calcul symbolique tel que Maple ou Mathematica et les langages de scripts tel que Python qui offrent une utilisation différente de l'environnement informatique. En ce qui concerne la partie langages scripts, je me suis largement impliqué dans la rédaction des sujets de TD.

## Conception de logiciels

– **Algorithmique, structures de données et théorie des graphes** en DEUG IUP-MIAGE (formation initiale et continue) et en L3 informatique (formation continue) – Sur l'ensemble 52,5h TD.

Ces enseignements, sous la responsabilité de Sandrine VIAL (algorithmique et structures de données) et de Lelia BLIN (algorithmique des graphes), m'ont permis de rapprocher mes activités de recherche de la pratique au quotidien de l'informatique et de m'ouvrir davantage à un domaine de l'informatique différent mais complémentaire de mon domaine de recherche.

Les objectifs de ces enseignements ont été de familiariser les étudiants avec les notions de structures de données, de graphes et de complexité des algorithmes et de les sensibiliser à leurs dépendances réciproques. Ma participation à l'élaboration des sujets de TD et à l'organisation des séances de TD a surtout consisté à mettre en évidence les notions de cours difficiles à appréhender pour les étudiants et à modifier les sujets de TD en conséquence.

Cet enseignement n'a pas donné lieu à une évaluation en formation initiale. En formation continue (algorithmique et structures de données), l'évaluation de cet enseignement a consisté en un examen que j'ai surveillé.

– **Programmation fonctionnelle et programmation impérative** en IUP économie et statistique, DEUG SdM, SdV et MASS – Sur l'ensemble 214,5h TD.

Quelle que soit la filière, ces enseignements avaient pour objectif d'apporter un premier contact à l'informatique pour des étudiants ne se destinant pas à des études dans ce domaine.

En DEUG SdV et MASS, tout comme en IUP économie et statistique, le choix de la programmation fonctionnelle se prête assez bien à ce premier contact du fait des liens évidents entre les principes de base de la programmation fonctionnelle et la notion de fonction mathématique rencontrée par les étudiants durant leurs études secondaires. L'évaluation de ces trois modules a consisté en un contrôle continu et un examen. Pour les DEUG SdV et MASS j'ai surveillé l'examen et corrigé les copies.

En DEUG SdM, le choix de la programmation impérative était une exigence formulée par le département de physique visant à donner aux étudiants les bases indispensables pour la modélisation de problèmes liés à la physique (résolution d'équations différentielles, calcul d'intégrales, modélisation d'un champ de vecteur, *etc.*). Les enseignements sont, de ce fait, partagés entre 15h de TD, visant à introduire les bases

du langage C et de la programmation impérative, et 15h de TP consacrées à la réalisation d'un programme dédié à la modélisation d'un phénomène physique particulier et à sa résolution aux moyens des outils mathématiques adaptés. L'évaluation de ce module s'est faite par la remise d'un programme et d'un rapport de projet donnant lieu à une soutenance. J'ai participé pour moitié à la correction des rapports. Les soutenances ont été faites devant un jury composé de Pascal PETIT, responsable du cours, et de moi-même. L'encadrement des TDs a demandé un effort particulier de pédagogie pour permettre à des étudiants de comprendre les énoncés et les corrections d'exercice dans un domaine très éloigné de leur intérêt principal. De ce fait, ces enseignements ont constitué une expérience très enrichissante sur le plan pédagogique. Ils ont été l'occasion pour moi d'enseigner les mêmes notions à des étudiants de filières différentes et, de ce fait, à m'adapter à chaque type de public de façon à mieux répondre aux attentes des étudiants.

– **Compilation** en DEUG IUP-ASR – 12h.

Le but de ce module a été d'apporter à des étudiants en IUP Administration des Systèmes et Réseaux (ASR) des connaissances de base en théorie du langage et en compilation. Après un bref rappel sur les grammaires et les automates, les étudiants ont pu découvrir, grâce à un travail sur machine, les secrets de la compilation au travers de l'étude d'un analyseur lexical ((f)lex) et d'un analyseur syntaxique (yacc/bison). Compte tenu du faible volume horaire de ce module, du nombre important de notions à introduire et par souci de fournir aux étudiants les éléments indispensables à leur réussite, je me suis largement impliqué dans ce module notamment par la co-rédaction (50%) des TP sur machine et la rédaction d'un polycopié de cours sur la compilation avec exercices corrigés.

L'évaluation de ce module s'est faite par un examen final que j'ai surveillé.

– **Gestion de projets logiciels** en DEUG IUP-MIAGE – Sur l'ensemble 27h TD.

Cet enseignement a été pour moi l'occasion de participer à une expérience pédagogique visant à sensibiliser, par la pratique, les étudiants aux différents problèmes et impératifs de la gestion de projet. Cette expérience, riche en enseignements, m'a notamment permis de mieux comprendre le processus de développement de logiciels au sein de grands projets industriels et les enjeux qu'il suscite.

Cet enseignement a consisté en une introduction rapide au génie logiciel et aux différents modèles de développement des logiciels (en cascade, en V, en spirale), suivie du développement d'un projet par les étudiants réunis par groupe de 10. Le principe était de proposer aux étudiants des sujets de projets trop volumineux et complexes pour être compris et réalisés sans une organisation minutieuse des différentes tâches. Le but avoué était de mettre les étudiants en situation d'échec afin de leur faire prendre conscience, par l'expérience, de la nécessité de suivre une démarche rigoureuse et organisée pour mener à bien leur projet.

Ma participation à cet enseignement a été la suivante :

– la première année, j'ai encadré un groupe d'étudiants ;

– la deuxième année, j'ai encadré un groupe d'étudiants et assuré le cours d'introduction aux projets.

J'ai de plus co-rédigé (30%) un polycopié à l'intention des étudiants sur la conduite de projets.

Cette expérience a été l'une des plus enrichissantes car elle m'a permis de sortir du carcan habituel pour travailler de paire avec les étudiants et être ainsi plus à même de répondre à leurs attentes, notamment en termes de clarté du discours.

La validation de ce module s'est faite par la remise d'un rapport donnant lieu à une soutenance devant un jury composé de l'ensemble des enseignants intervenant dans ce module.

Cette expérience pédagogique a été présentée sous forme d'un séminaire à l'ensemble de l'équipe enseignante du département d'informatique de l'Université d'Évry.

## Architecture et systèmes

– **Architecture des ordinateurs** en licence informatique (TD) – 15h

Cet enseignement, sous la responsabilité de Denis DUPONT, m'a permis d'aborder une thématique très éloignée de mes thèmes de recherche. Il a été l'occasion de m'intéresser à des problématiques plus pragmatiques que celles développées dans ma thèse et de mieux percevoir l'informatique dans la diversité de ses thèmes. En particulier, il m'a été possible de mettre en relation les TD d'architecture avec les TD de compilation, permettant ainsi aux étudiants de mieux comprendre les liens existants entre ces deux aspects des systèmes informatiques.

Les sujets de TD avaient pour objectif de familiariser les étudiants avec la conception et le fonctionnement interne des ordinateurs. Après une rapide sensibilisation à la notion de mesure des performances d'un ordinateur, les étudiants ont pu découvrir, au travers de la présentation du jeu d'instruction RISC, les concepts primordiaux pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un jeu d'instruction.

– **Introduction à UNIX/systèmes** en L2 informatique (TD) – 12h

Cet enseignement, sous la responsabilité de Farida ZEHRAOUI, avait pour but de familiariser les étudiants avec les différents systèmes d'exploitation et principalement avec UNIX qui leur est en majorité inconnu.

### 3.1.3 Tableau récapitulatif

Le tableau de la page suivante résume mes activités d'enseignement en heures équivalent TD (soit au total près de 400 heures). Bien entendu, ces enseignements sont plus proches de l'informatique que des mathématiques puisque c'est au sein d'un département d'informatique que je les ai effectués. Cependant, certaines notions d'algèbre universelle abordées notamment dans le cours de sémantique des langages sont du niveau d'une licence de mathématiques. De même, la plupart des notions abordées dans l'enseignement « Outils mathématiques pour l'informatique » font parties intégrantes de tout cours de mathématiques de premier cycle.

Je tiens également à rappeler mon propre parcours passant par une licence et une maîtrise de mathématiques et ne m'amenant à l'informatique que pour mieux continuer à étudier l'algèbre et la logique.

Enfin, j'ai dispensé pendant de longues années des cours particuliers en mathématiques à des collégiens et des lycéens (de 1991 à 2000). Afin de ne pas perdre contact avec l'enseignement, je dispense cette année des cours particuliers de mathématiques et de physique/chimie à des lycéens ainsi que des cours de mathématiques à des étudiants de classes préparatoires (maths spé) par l'intermédiaire de l'agence Complétude de Paris (38 rue Blomet, 75015 PARIS, Tel : 02.41.66.06.89).

Statut	Année	Établissement	Niveau	Matière	Volume horaire	Effectif étudiant	Ma contribution
<b>1/2 ATER</b>	05/06	Département Informatique (Evry)	L1 Mathématiques	Outils math pour l'info	21h	30	participation aux sujets de TD et correction d'examen
			L1 Informatique	Langages calcul symbolique et scripts	12h	15	participation aux sujets de TD
			L2 Informatique	Intro à UNIX / systèmes	12h	15	
				Logique de base	21h	15	
L3 Informatique	Algorithmique des graphes	21h	15	correction d'examen			
<b>1/2 ATER</b>	04/05	Département Informatique (Evry)	Licence informatique	Architecture des ordinateurs	15h	20	
			Licence IUP-MIAGE	Mise à niveau C	4,5h	20	participation aux sujets de TD
				Mise à niveau structures de données	10,5h	20	participation aux sujets de TD
				Structures de données	21h	20	participation aux sujets de TD
			Licence IUP-ASR	Langages et compilation	12h	20	participation aux sujets de TD, rédaction d'un poly de cours
			Licence IUP-Économie-statistiques	Programmation impérative	9h	10	
DEUG SdM2	Modélisation en C	15h TD + 15 TP	15	participation aux sujets de TD et TP, correction d'examen			
<b>Moniteur</b>	03/04	Département Informatique (Evry)	Maîtrise informatique	Sémantique des langages de programmation	18h	20	correction d'examen
			DEUG SdM2	Modélisation en C	15h TD + 15 TP	15	participation aux sujets de TD et TP, correction d'examen
			DEUG SdV1	Initiation à la programmation fonctionnelle (Caml)	21h	20	correction d'examen
<b>Moniteur</b>	02/03	Département Informatique (Evry)	DEUG SdV2	Initiation à la programmation fonctionnelle (Caml)	21h	20	correction d'examen
			DEUG MASS1	Initiation à la programmation fonctionnelle (Caml)	21h	20	correction d'examen
			DEUG IUP-MIAGE	Gestion de projets logiciels	9h TD + 6h cours	20	cours, rédaction des sujets de projet, encadrement des projets, correction d'examen
<b>Moniteur</b>	01/02	Département Informatique (Evry)	DEUG SdV2	Initiation à la programmation fonctionnelle (Caml)	21h	20	correction d'examen
			DEUG MASS1	Initiation à la programmation fonctionnelle (Caml)	42h	20	correction d'examen
			DEUG IUP-MIAGE	Gestion de projets logiciels	9h	20	rédaction des sujets de projet, encadrement des projets, correction d'examen
<b>Vacataire</b>	00/01	Département Informatique (Evry)	DEUG SdM2	Modélisation en C	15h TD + 15 TP	15	correction d'examen

## 3.2 Projet d'enseignement

L'enseignement, et plus particulièrement l'enseignement universitaire, m'attire depuis longtemps. Ces quelques dernières années, l'expérience que j'ai acquise au sein du département d'informatique de l'université d'Évry, n'a fait que confirmé cet attrait. Ceci tient essentiellement des possibilités qu'offrent le monde universitaire en termes de choix des programmes ainsi que du contact étroit qu'il est parfois possible d'établir avec les étudiants. Cela se révèle toujours être une occasion privilégiée de leur communiquer ma passion pour cette activité et de mieux leur faire connaître le monde de la recherche et la finalité des études universitaires. C'est donc naturellement que je désire accéder au poste de maître de conférences car il m'est difficilement concevable de dissocier totalement mes activités d'enseignement de mes activités de recherche.

Au vu des thèmes de recherche décrits en section 4.2 il semble évident que ce sont essentiellement les enseignements en **algèbre (universelle)** et en **logique** (logique de base, théorie des modèles, théorie des ensembles, spécifications algébriques, *etc.*) qui m'attire le plus. De plus, les enseignements que j'ai déjà effectués m'ont permis d'acquérir une compétence certaine dans ces domaines. Je suis donc prêt à assurer des cours et des TDs en algèbre universelle et en logique aussi bien pour un public de débutant que pour un public plus chevronné. Ceci est également vrai pour ce qui est de la théorie classique des modèles. J'ai en effet la théorie des modèles en maîtrise à l'occasion de mon TER et la partie la plus importante de ma thèse porte sur une généralisation de résultats bien connus de cette théorie (théorème de Löwenheim-Skolem, méthodes des diagrammes, théorèmes d'interpolation, de définissabilité, de consistance). D'autres domaines des mathématiques m'intéressent, même s'ils ne font pas partie des enseignements que j'ai déjà effectués. Je garde ainsi un intérêt certain pour la **topologie**, les **théories de la mesure et de l'intégration** ou le **calcul et la géométrie différentiels**. Certains cursus mathématiques comprennent également des enseignements en lien direct avec l'informatique et qui m'intéressent tels que l'étude de la **complexité** ou les **théories de la récursivité et de la calculabilité**. Je suis tout à fait prêt à dispenser des enseignements dans ces domaines. Ma culture est plus celle d'un mathématicien que d'un informaticien et c'est là l'occasion pour moi d'approfondir mes connaissances dans ces domaines. Enfin, j'ai, depuis quelques années, un vif intérêt pour l'épistémologie des mathématiques. Cet intérêt ne se limite pas à mes recherches personnelles ou à la simple évocation d'anecdotes historiques. En effet, la présentation anhistorique de l'édifice mathématique ne permet parfois que difficilement à l'étudiant de se faire une idée intuitive des différents concepts mathématiques qui lui sont présentés. En effet, l'évocation du contexte, tant temporel que philosophique, dans lequel on été introduit les différents concepts mathématiques ainsi que les problèmes que ces concepts ont permis de résoudre ou les réticences qu'ils ont suscités permettent souvent de mieux saisir les mécanismes sur lesquels reposent ces concepts. Ceci est notamment le cas de la théorie des ensembles et de la notion d'opération sur des ensembles infinis, ou encore des notions de calcul infinitésimal et de limite. Sans prétendre transformer mes cours en enseignement d'histoire et de philosophie des mathématiques, je désire les enrichir, par moment et selon leur intérêt, d'aspects épistémologiques et inciter les étudiants à se documenter en fonction. Loin d'être une perte de temps, précieux par ailleurs, je pense que ceci est une mesure, parmi d'autres, qui permet de mieux former les étudiants en mathématiques en assurant une meilleure compréhension et éventuellement un plus grand intérêt.

# Chapitre 4

## Activités de recherche

Ce chapitre est consacré à la fois à la présentation de mes activités de recherche passées et actuelles et à l'exposé de mes principaux centres d'intérêts. En première section on trouvera une description des travaux que j'ai effectués en D.E.A. puis en thèse. Dans la deuxième section, je présente mes principaux centres d'intérêt qui dépasse largement le cadre des travaux présentés en première section. Sans être restrictive, cette liste donne une idée des orientations que je souhaite donner à mes travaux à plus ou moins long terme. J'expose ensuite en troisième section les directions de recherche que je compte suivre à court terme. Enfin, j'expose en quatrième section les travaux que j'effectue en ce moment.

### 4.1 Domaine de recherche

Les travaux que j'ai effectués jusqu'à présent se rapportent aux langages de spécification formels de type axiomatique et à leurs différentes extensions et applications pour la conception, la validation et la vérification des systèmes informatiques. Ces langages sont essentiellement la donnée d'une logique et d'un ensemble de techniques d'aide au développement de logiciel (prototypeurs, prouveurs de théorèmes, vérificateurs de modèles, *etc.*). Ils sont donc fondés, tant pour la syntaxe que pour la sémantique, sur les mathématiques, *i.e.* la syntaxe est la donnée d'un ensemble de symboles et de règles précises de constructions des formules (mots sur un alphabet) ; la sémantique est la donnée de structures mathématiques (algèbres, structures du premier ordre, modèles de Kripke, *etc.*) permettant d'interpréter les différentes constructions syntaxiques. L'emploi de tels langages pour le développement de systèmes informatiques induit deux principales directions de recherche :

- *accroître l'impact des spécifications formelles* en généralisant et en facilitant leur utilisation à toutes les étapes du développement d'un logiciel (conception, vérification, validation) ;
- *étendre l'utilisation des langages de spécification* en fonction des applications souhaitées. L'objectif est d'autoriser un grand pouvoir d'expression tout en se limitant à une syntaxe simple. Il est également absolument nécessaire de donner des fondations rigoureuses aux spécifications formelles. Ceci est un moyen de préserver l'unité de l'informatique et permet de plus de meilleurs échanges non seulement entre les différentes branches de l'informatique théorique mais aussi entre l'informatique théorique et les autres sciences telles que les mathématiques et la biologie par exemple.

Mes travaux de recherche, décrits dans les deux sous-sections suivantes, se répartissent suivant ces deux axes. Les travaux ci-après présentés ne sont pas directement liés entre eux mis à part les techniques mathématiques de base utilisées dans toute activité liée à une approche formelle des langages de spécification de type axiomatique (éléments d'algèbre universelle et de théorie des catégories) ainsi que le souci constant d'apporter des solutions générales plutôt que des solutions *ad-hoc*. Le maître-mot commun à ces travaux est l'abstraction, *i.e.* dans le cas qui nous intéresse, l'approche logique-indépendante des différents problèmes qui sont posés.

#### 4.1.1 Accroître l'impact des spécifications formelles

J'ai travaillé selon cet axe durant mon stage de DEA effectué à l'Université d'Évry sous la direction de Marc AIGUIER. Le travail que j'ai effectué pendant ce stage de DEA, qui a par la suite été intégré à la thèse

de Diane BAHRAMI (cf. [Bah03]), a consisté à montrer que la méthode générale permettant d'appliquer la réécriture comme moyen de déduction (les aspects calculatoires ne sont pas considérés [confluence, terminaison, local confluence, *etc.*]) et développée dans [ABD01] peut être instanciée par le formalisme algébrique universel des relations spéciales [Sch99].

**Méta-réécriture : application à la logique des relations spéciales (DEA)** L'automatisation du raisonnement est utile dans de nombreux domaines scientifiques, aussi bien pour prouver des théorèmes en mathématiques ou établir des propriétés physiques que pour prototyper ou montrer la correction de logiciels.

Automatiser le raisonnement revient à trouver un algorithme qui reçoit en entrée un ensemble d'hypothèses, des règles de démonstration et une propriété (le tout écrit selon des règles bien précises), et qui est capable de dire si cette dernière est une conséquence des hypothèses. Dans le cadre de la logique équationnelle, on parle alors de problème du mot. Malheureusement, A. Church et A. Turing ont montré dans les années trente que ce problème n'était que semi-décidable. Il a donc fallu trouver des méthodes pour résoudre partiellement ce problème. La réécriture est une de ces méthodes.

La réécriture a été développée à l'origine dans le cadre de la logique équationnelle mono-sortes. Cette approche, largement utilisée en algèbre élémentaire, consiste en la simplification de sous-termes jusqu'à l'obtention d'un terme commun. Ces simplifications se font en respectant certaines règles qui, dans le cadre de la logique équationnelle, s'expriment en substituant des termes par des termes égaux. Cette méthode, usuellement appelée *remplacement d'égal par égal*, se justifie par un théorème de G. Birkhoff qui montre qu'elle possède un pouvoir de preuve équivalent à celui du raisonnement équationnel. Cette dernière propriété est souvent appelée *logicalité*. Par la suite, la réécriture a été généralisée à d'autres formalismes algébriques (logique conditionnelle positive, multi-sortes, avec sous-sortes, non-déterministe, *etc.*). Récemment, elle a aussi été étendue à des formalismes où le remplacement d'égal par égal n'était pas vérifié. Ces travaux ont été initiés par J. Levy et J. Agustí qui furent les premiers à observer que l'on pouvait calculer des formes normales dans d'autres structures algébriques que les congruences. Or, à chaque fois, la réécriture est étudiée de façon *ad-hoc*, *i.e.* dans le cadre d'un unique formalisme, alors que le but est toujours le même : la définition de stratégies de preuves. Ceci a alors pour conséquence la nécessité de redéfinir pour chaque nouveau cadre tout un ensemble de résultats formels et indispensables (logicalité, confluence, terminaison, *etc.*) qui, bien souvent, ne sont que des adaptations au domaine considéré de résultats standards bien connus dans la logique équationnelle. En vue de faciliter ce travail, il est alors nécessaire de donner une définition de la réécriture qui soit suffisamment générale pour englober tous ces formalismes et éviter ainsi de devoir redémontrer ces résultats.

Durant ce stage de DEA, je me suis alors intéressé à deux approches différentes répondant à ce problème de généralisation :

- La première approche, développée par W. Marco Schorlemmer dans [Sch99], consiste à définir et à étudier la relation de réécriture au sein d'une logique universelle appelée logique des relations spéciales. Il est alors possible, au sein de cette logique de modéliser des relations binaires et de raisonner dessus. En particulier, il est possible d'y définir la notion de réécriture et d'y étudier ces propriétés. Ainsi, toute logique définie comme instance de la logique des relations spéciales hérite de la relation de réécriture et des résultats qui l'accompagnent.
- La seconde approche, développée par M. Aiguier, D. Bahrami et C. Dubois dans [ABD01], consiste à caractériser la relation de réécriture de façon générique, en s'abstrayant le plus possible de la logique sous-jacente. C'est donc une approche logique-indépendante dont le but est de définir des stratégies de preuves en rangeant les règles de déduction en deux classes : une contenant les règles qui peuvent commuter avec les autres règles et une contenant les règles ne pouvant pas commuter. Centrée sur la relation de réécriture, cette approche est plus abstraite et puissante que la précédente comme l'a montré mon travail.

Le travail de ce stage de DEA a alors consisté à montrer que la méta-définition de la réécriture donnée par M. Aiguier, D. Bahrami et C. Dubois dans [ABD01] peut aussi être appliquée à la logique des relations spéciales. Cette dernière devient alors une instance du cadre défini par M. Aiguier, D. Bahrami et C. Dubois ainsi que toutes les instances de cette logique (sous-typage, logique de réécriture, *etc.*). Ce travail a, par la suite, été incorporé à la thèse de D. Bahrami (cf. [Bha03]) sous forme d'un chapitre.

#### 4.1.2 Étendre l'utilisation des formalismes de spécification

Le thème central de ma thèse est la généralisation de résultats de théorie classique des modèles liés à certaines propriétés utiles pour le développement de logiciels de qualité. Le cadre théorique choisi pour cette généralisation est celui des institutions de J. Goguen et R. Burstall (cf. [GB84]) qui permet de capturer de façon rigoureuse le concept informel de logique d'un point de vue sémantique. Initialement, les institutions ont été introduites

afin d'offrir un cadre adéquat pour la généralisation de résultats tant en théorie de la spécification qu'en théorie des modèles. Cependant, alors que le premier de ces objectifs a inspiré de nombreux travaux, le deuxième n'a fait l'objet que de quelques rares tentatives. Or, l'intérêt de l'étude de la théorie des modèles dans le cadre institutionnel est multiple (*cf.* [Dia05]) :

- elle fournit des résultats de théorie des modèles de façon générique. Seuls quelques résultats de théorie des modèles sont généralement étudiés pour les logiques utilisées dans la pratique. Cependant, un certain nombre de propriétés pour la spécification dépendent largement de résultats de théorie des modèles (par exemple l'interpolation de Craig pour la structuration des spécifications). Il est donc important d'avoir une compréhension aussi fine que possible des propriétés modèles-théoriques des logiques employées afin d'assurer la validité des propriétés nécessaires pour la spécification<sup>1</sup> ;
- elle exporte les méthodes modèles-théoriques des logiques classiques vers les autres logiques. La logique du premier ordre classique, par exemple, possède de nombreuses et puissantes méthodes modèles-théoriques qui, une fois reformulées dans un cadre institution-indépendant, peuvent devenir applicables à de nombreuses logiques. C'est le cas par exemple de la méthode des diagrammes ;
- elle permet de faire de la théorie des modèles indépendamment du système logique sous-jacent

Alors que les deux premiers points ci-dessus sont d'un intérêt pragmatique, le dernier est plutôt d'ordre théorique. En effet, une telle approche de la théorie des modèles permet de s'abstraire des détails des logiques (en particulier de ceux de la logique du premier ordre classique) et de capturer l'essence même des concepts manipulés. On parle alors de théorie abstraite des modèles par opposition avec la théorie classique des modèles consacrée à l'étude particulière des modèles de la logique du premier ordre classique. Bien sur, d'autres cadres que les institutions permettent de faire de la théorie abstraite des modèles. C'est le cas des logiques générales de Barwise par exemple (*cf.* [Bar85]). Cependant, l'une des raisons faisant que le cadre des institutions est particulièrement bien adapté à l'étude de la théorie abstraite des modèles est qu'elle fournit la définition la plus complète (à notre connaissance) de cette théorie, incluant les notions de morphisme de signatures, de réduction de modèles et même de morphisme de systèmes logiques comme concepts premiers.

En raison de l'importance accordée aujourd'hui au problème de la combinaison de logiques et de la préservation de propriétés au travers de cette combinaison, je me suis alors intéressé à la définition d'un cadre théorique permettant de combiner des logiques entre elles et d'exprimer les conditions de préservation de propriétés au travers de cette combinaison. Ceci a donné lieu à deux types de travaux différents mais non-indépendants. D'une part, j'ai généralisé dans le cadre des institutions des résultats de théorie classique des modèles liés à la structuration des spécifications axiomatiques et j'ai exprimé des conditions pour la préservation de ces résultats au travers de la combinaison de logiques. D'autre part, j'ai défini un formalisme dédié à la spécification de systèmes réactifs agissant avec leur environnement via l'échange de données.

**Généralisation de résultat de théorie classique des modèles (Thèse)** Une logique pour la spécification est la donnée d'une logique et de techniques d'aide au développement (conception, validation, vérification). Il en existe aujourd'hui une multitude, chacune répondant aux besoins d'un domaine d'application particulier ou aux goûts et habitudes des utilisateurs. S'il est, dans une certaine mesure, possible de transférer ces techniques de développement entre deux logiques apparentées, cela ne l'est pas dans le cas général. De ce fait, il faudra, pour chaque nouvelle logique, s'intéresser de façon *ad-hoc* aux résultats sous-jacents aux techniques de développement désirées afin de pouvoir définir ces dernières pour la nouvelle logique. Il s'ensuit une fastidieuse mais nécessaire répétition de travaux alors même que les preuves des propriétés recherchées ne diffèrent que par les détails propres aux logiques considérées. Une réponse naturelle à ce problème est alors de s'abstraire des détails des logiques et de généraliser l'étude et la définition des différentes techniques de développement. Ceci permet alors à la fois de mieux identifier les propriétés mises en jeu et d'en donner les conditions suffisantes de façon générale. Étant donné le travail fait en début de thèse et décrit ci-dessous, ce sont les résultats ayant trait à la structuration des spécifications qui ont retenu notre attention dans cette thèse.

Parmi toutes les propriétés qu'un formalisme de spécification algébrique doit vérifier, la correction du système d'inférence associé lorsqu'il est étendu aux spécifications structurées est une propriété cruciale (*cf.* [Bor98bis]). Une condition suffisante pour assurer cette correction est la propriété d'interpolation de Craig. Mon travail a alors consisté à chercher les conditions permettant d'assurer l'interpolation de Craig et par là, une bonne structuration des spécifications. Ceci m'a alors amené à une exploration assez poussée de la théorie abstraite des modèles ainsi qu'à la généralisation de propriétés et de méthodes de théorie classique des modèles telles que les théorèmes de Löwenheim-Skolem et la méthode des diagrammes. La généralisation de cette méthode dans une extensions des institutions que j'ai introduite (le cadre stricte des institutions n'est en effet pas suffisant

---

<sup>1</sup>On notera aussi que, parfois, la non-validité de certaines propriétés importantes pour la spécification est due à une mauvaise définition de certains détails de la logique. Or, l'étude des propriétés modèles-théoriques d'une logique donnée permet d'en assurer une bonne définition. Ainsi, de bonnes propriétés modèles-théoriques sont des garants pour de bonnes propriétés pour la spécification.

pour y définir la notion de diagramme) m'a alors permis de démontrer dans un cadre logique-indépendant quelques applications classiques de la méthode des diagrammes telles que les théorèmes de Löwenheim-Skolem et le test de Løs-Vaught. Ceci constitue la deuxième partie de la thèse. Enfin, ce dernier cadre théorique rendant explicite la notion de connecteurs de formules, je me suis naturellement intéressé à la combinaison de logiques. En me basant sur l'étude d'une logique pour la spécification de systèmes dynamiques et temps réel, j'ai alors proposé une définition de la combinaison de logiques différentes des approches usuelles. Cette approche repose sur la constatation du fait que ce n'est qu'une fois la définition d'une nouvelle logique achevée qu'on peut éventuellement voir celle-ci comme une combinaison de logiques moyennant certaines transformations. Ceci constitue une différence essentielle avec les approches connues de la combinaison de logiques qui ne considère pas ces transformations. Revenant alors sur l'objectif initial de la thèse j'ai alors formulé deux conditions permettant d'assurer la préservation de l'interpolation de Craig et de la consistance de Robinson au travers de cette définition de la combinaison de logiques.

L'étude de la théorie des modèles indépendamment de la logique sous-jacente, englobant à la fois des notions d'algèbre universel et de logique, est ce qui m'a poussé à continuer mes études en informatique à la fin de ma maîtrise. Son importance pour (au moins) la théorie de la spécification est indéniable et c'est donc tout naturellement pouvoir privilégier cet axe de recherche à l'avenir.

**Un formalisme pour la spécification de systèmes réactifs** Les systèmes informatiques actuels sont de plus en plus gros et complexes et les méthodes traditionnelles de structuration ne suffisent plus. En effet, il est également nécessaire aujourd'hui de diviser les systèmes suivant les différents centres d'intérêt (ou aspects) considérés (sécurité, dynamique, types de données, *etc.*). Pour chaque système il résulte de ceci un ensemble de vues donnant chacune un aperçu de ce système suivant un axe particulier. L'intérêt d'une telle démarche se justifie par un meilleur regroupement des préoccupations permettant une description plus claire des systèmes spécifiés. Ce faisant, il est alors indispensable d'exprimer rigoureusement les conditions de recollement des différentes vues de façon à assurer la correction du système recomposé. Nous basant sur les travaux de P. Poizat (*cf.* [Poi00]) (intégration de spécifications algébriques, Systèmes de Transitions Symboliques (STS) et logique temporelle), nous avons alors proposé dans [ABP03] une logique pour la spécification de systèmes réactifs permettant à la fois de spécifier les différents composants d'un système donné et d'exprimer leur composition par recollement expressif. Ceci a constitué pour moi un travail d'approche à la fois des langages de spécification et de la combinaison de logiques.

L'étude de la combinaison de logiques/langages, des spécifications hétérogènes et des systèmes multivues sont d'une importance considérable à la fois en informatique théorique (théorie de la spécification) que dans ces applications industrielles (spécifications de services, systèmes multi-agents, approche modulaire ou par aspects, *etc.*), en intelligence artificielle ou en philosophie (mélange de logiques (multi-)modales et de données, processus d'apprentissage, *etc.*). C'est un sujet qui m'intéresse beaucoup tant au niveau théorique par la recherche de réponses à ces questions qu'au niveau applicatif par la définition d'outils basés sur ces paradigmes.

## Bibliographie

- ABD01** M. Aiguier, D. Bahrami et C. Dubois, *On the General Structure of Rewrite Proofs*, rapport technique n° 58-2001, LaMI-Université d'Évry.
- AB05** M. Aiguier et F. Barbier, *Diagrams Method in Stratified Institutions*, rapport technique n°115-2005, LaMI-Université d'Évry, 2005.
- AB04** M. Aiguier et F. Barbier, *n a Generalization of some Results of Model Theory : Robinson, Craig and Beth Theorems*, rapport technique n°112-2004, LaMI-Université d'Évry, 2004.
- ABP02** M. Aiguier, F. Barbier et P. Poizat, *A Logic for Mixed Specifications*, rapport technique n°73-2002, LaMI-Université d'Évry, 2002.
- ABP03** M. Aiguier, F. Barbier et P. Poizat, *A Logic With Temporal Glue for Mixed Specifications*, Electronic Notes in Computer Science, Vol.91, 2003.
- Bah03** D. Bahrami, *Une axiomatisation de la réécriture abstraite*, thèse de doctorat, LaMI-Université d'Évry, 2003.
- Bar85** J. Barwise et S. Feferman, *Model Theoretic Logics*, Springer Verlag, 1985.
- Bor98bis** T. Borzyszkowski, *Logical Systems for Structured Specifications*, Theoretical Computer Science, Vol.286, 2002.
- Dia05** R. Diaconescu, *Institution-Independent Model Theory*, ouvrage en cours de rédaction (<http://www.imar.ro/diacon/>).

- DGS91** R. Diaconescu, J.A. Goguen et P. Stefaneas, *Logical Support for Modularisation*, in Logical Environment, pp 83-130, 1993.
- GB84** J. Goguen et R. Burstall, *Introducing Institutions*, Proceedings of the Logics of Programming Workshop, LNCS Vol. 164, 1984.
- Poi00** P. Poizat, *orrigan : un formalisme et une méthode pour la spécification formelle et structurée de systèmes mixtes*, thèse de doctorat, Institut de Recherche en Informatique de Nantes, 2000.
- Sch99** W.M. Schorlemmer, *Term Rewriting In A logic Of Special Relations*, in Proceeding of The 2<sup>nd</sup> International Workshop on Rewriting Logic and its Application (WRLA'98), Pont-à-Mousson, Nancy, France, 1998.

## 4.2 Centres d'intérêt

Dans cette section, je décris les domaines de recherche qui m'attire le plus, *i.e.* ceux auxquels j'ai envie de m'intéresser au cours de ma carrière et y apporter ma contribution, que ce soit de façon autonome ou en collaboration. Cette liste n'est pas restrictive car d'autres domaines de recherche (plus ou moins lié à la logique mathématique) m'attirent également tels que la théorie des ensembles, la théorie des types, la théorie de la preuve, l'utilisation de techniques mathématiques pour le développement de logiciels fiables, l'algèbre modèle-théorique, la topologie et ses liens avec l'informatique. De façon générale, on peut dire que je suis intéressé par la logique mathématique dans son ensemble, *i.e.* pour elle-même, pour ses relations avec d'autres domaines des mathématiques, pour ses applications au génie logiciel formel ainsi que pour son histoire.

### 4.2.1 Théorie des modèles

Le domaine de recherche qui m'intéresse le plus est la théorie des modèles. J'ai découvert cette théorie à l'occasion d'un cours sur les spécifications algébriques alors que j'étais encore étudiant en maîtrise de mathématiques et, par suite, lors de mon travail d'étude et de recherche (TER) sur le thème de la logique du premier ordre et de la théorie classique des modèles. Au travers de ce travail, j'ai eu l'occasion de me familiariser avec les concepts de base de la théorie classique des modèles (sous-structures et extensions élémentaires, méthodes de construction d'extensions élémentaires, produits réduits et ultraproducts) ainsi qu'avec certains résultats bien connus (théorèmes d'interpolation et de définissabilité, théorèmes de Löwenheime-Skolem, théorèmes d'incomplétude de Gödel, théorèmes de préservation [par sous-structures, par union de chaînes, par produits réduits]). Le vif intérêt pour la théorie des modèles que ce travail a généré chez moi m'a ensuite amené à continuer mes études via la filière informatique en vue de préparer une thèse centrée sur la théorie des modèles et ses interactions avec les spécifications algébriques. Le travail que j'ai effectué pendant ma thèse, et qui appartient au domaine de la théorie abstraite des modèles, comprend une bonne part d'algèbre universelle et de logique et procède d'un haut niveau d'abstraction (voir aussi Section 4.2.4). C'est donc assez naturellement que mon intérêt pour la théorie des modèles se porte également sur ses applications à l'algèbre telles que l'étude de la théorie des groupes infinis (théories combinatoires et géométriques, classes de groupes infinis et d'exposant borné, *etc.*) et celle des groupes finis (classification des groupes simples et finis). Mes objectifs à plus ou moins long termes sont alors les suivants : (i) continuer l'étude de la théorie abstraite des modèles en lien avec des applications potentielles à l'informatique (voir aussi Section 4.2.3) ; (ii) m'ouvrir à la recherche en algèbre modèle-théorique.

### 4.2.2 Algèbre universelle et spécifications algébriques

J'ai étudié l'algèbre universelle à différents niveaux depuis mon entrée à l'université. Dès les premiers cours, j'ai été fasciné par ce domaine des mathématiques. Tout au long de mes études, j'ai essayé d'en apprendre davantage sur ce domaine et souvent plus qu'il n'était nécessaire pour mes études. C'est cet intérêt pour l'algèbre universelle qui m'a finalement amené à la logique mathématique et à la théorie des modèles. En effet, l'étude des structures mathématiques est très intéressante en soit mais l'utilisation conjointe de l'algèbre universelle et de la logique pour la description et l'étude des propriétés des structures mathématiques via notamment leur axiomatisation est nettement plus passionnante. C'est ce dont je me suis rendu compte lors d'un cours de maîtrise sur les spécifications algébriques. J'ai alors choisi de poursuivre mes études en informatique de façon à pouvoir travailler dans le domaine de l'algèbre universelle et de la logique en lien avec la théorie de la spécification.

Au final, le contenu de ma thèse est assez pauvre en matière d'algèbre universelle à proprement parler. Mais le caractère abstrait de mon travail m'a amené à étudier un large éventail de résultats et de méthodes relevant soit de l'algèbre universelle, soit de la théorie de la spécification, ainsi que leur utilisation en informatique. Il m'a également amené à m'intéresser de près aux notions de système logique et de langage de spécification qui repose largement sur la théorie des catégories et la théorie des modèles.

Mes objectifs à plus ou moins long termes sont alors les suivants : (i) élargir l'impact des spécifications formelles et étendre leur utilisation notamment en s'intéressant à leurs fondements et à la notion de combinaison de logiques ; (ii) assurer l'unité de l'informatique théorique par l'abstraction (via la théorie des catégories) et lui fournir des bases théoriques correctes et sûres ; (iii) donner une généralisation logique-indépendante de certains résultats issus de l'algèbre modèle-théorique en étudiant notamment les différentes notions de dimensions et les différentes méthodes de constructions de structures particulières et leur application aux spécifications algébriques.

### 4.2.3 Coalgèbre universelle et logiques modales

J'ai découvert la théorie des coalgèbre et l'approche coalgébrique de la spécification de systèmes d'information au début de cette année. De par les thèmes que j'ai étudié en maîtrise puis en D.E.A. et le travail que j'ai effectué en thèse, mon approche de la spécification de systèmes est plutôt algébrique. Ceci signifie que je me suis principalement intéressé aux types de données manipulés par les systèmes d'information. Ces types de données (supposé finis), tels que les listes finies, sont traditionnellement décrits par des logiques algébriques (équationnelle, premier ordre, ordre supérieur, *etc.*) et modélisés par des algèbres initiales. Si l'approche algébrique a montré son efficacité pour la description de tels objets, ce n'est plus le cas lorsqu'on s'intéresse à l'évolution ou au comportement des systèmes d'information. Il a en effet été mis en évidence que les logiques les mieux adaptées pour spécifier des systèmes d'information du point de vue de leur évolution/comportement sont les logiques modales. Les modèles correspondant ne sont plus alors les algèbres initiales mais les coalgèbres terminales (*i.e.* leur dual). Ceci est l'essence même de l'approche coalgébrique et la différence entre cette approche et l'approche algébrique s'exprime intuitivement de la façon suivante : l'un construit, l'autre observe. Les coalgèbres ont fait l'objet de nombreux travaux ces dernières années. Du fait de la jeunesse du domaine, ces travaux manquent peut-être un peu d'unité. Ainsi par exemple, différents travaux ont cherché de manière indépendante à répondre aux questions suivantes : (i) comment associer un langage adapté à un type donné de coalgèbres ; (ii) comment développer une théorie des modèles des logiques coalgébriques modales résultantes ; et, plus récemment (iii) comment intégrer les approches algébriques et coalgébriques de façon à pouvoir décrire de façon conjointe et efficace des systèmes d'information communiquant avec leur environnement. Il est de mon avis qu'une réponse générale à ces questions est plus qu'intéressante et utile tant du point de vue théorique qu'applicatif. Ceci peut se faire par l'introduction d'un cadre formel approprié, à l'image de ce qui a été fait pour la logique équationnelle et les structures algébriques. D'ailleurs, l'étude avancée de cette dualité logiques modales/logique équationnelle est prometteuse, tant pour les logiques modales que pour la logique équationnelle. Quelques tentatives ont été faites dans ce sens comme par exemple les algèbres cachées de Goguen&Rosu<sup>2</sup> ou l'introduction de la sémantique contrepartie par Corsi<sup>3</sup>.

Mes objectifs à plus ou moins long termes sont alors les suivants : (i) étudier les coalgèbres d'un point de vue modèle-théorique, *i.e.* étudier leurs méthodes de construction, leurs propriétés, les conditions de préservation de ces propriétés (par produit, sous-structure, *etc.*) ; (ii) étudier la dualité logiques modales/logique équationnelle (correspondance entre les formules, les modèles, la relation de satisfaction, *etc.*) ; (iii) étudier l'intégration des approches algébriques et coalgébriques pour un traitement unifié des modalités, des quantificateurs et des logiques qui leurs sont associées.

### 4.2.4 Théorie des catégories pour l'informatique

J'ai découvert la théorie des catégories par hasard alors que j'étais encore étudiant en maîtrise de mathématiques. C'est l'un des mes enseignants qui m'avait alors invité à venir assister à un séminaire sur le sujet au laboratoire d'informatique de mon université. Ce qui m'a le plus frappé et retenu mon intérêt est la simplicité et le pouvoir d'abstraction de cette théorie. En effet, la théorie des catégories est un outil très puissant permettant de révéler et de formaliser des relations entre différents sujets, résultats et domaines de recherche. Pour moi c'est là la vraie force de la théorie des catégories. D'après le travail que j'ai plus tard effectué en thèse et l'utilisation que j'y ai faite de cette théorie, il me semble que la théorie des catégories aide avant tout à se poser les bonnes

---

<sup>2</sup>*Hiding More of Hidden Algebra*, Proceedings of FM'99.

<sup>3</sup>*Counterpart Semantics A Foundational Study on Quantified Modal Logics*, ILLC Prepublication Series PP-2002-20.

questions, à organiser et structurer certains sujets, et permet de fixer formellement les idées et intuitions que l'on se fait d'un domaine. Pour ces raisons, je ne considère pas vraiment la théorie des catégories comme un domaine de recherche en soit dans mes projets de recherche. C'est simplement un outil donnant des méthodes élégantes, effectives et abstraites de résolution de problèmes apparaissant notamment en informatique théorique. De ce fait, la théorie des catégories est sans nul doute un outil indispensable pour assurer l'unité de l'informatique théorique et tient naturellement une place importante dans mes travaux (passés, présents et à venir).

### 4.2.5 Histoire et épistémologie des mathématiques

J'étais encore étudiant en licence de mathématiques quand je me suis intéressé pour la première fois à l'histoire des mathématiques. Un jour, je pris un livre à la bibliothèque universitaire traitant d'infini et d'ensemble vide. J'ai réellement été fasciné par ce livre qui abordait de façon totalement différente mais bien plus intéressante ces notions qui m'étaient pourtant déjà bien familières. L'année suivante, alors que je découvrais la logique mathématique et la théorie des modèles, j'ai décidé d'en apprendre plus sur la logique et son histoire. J'ai donc emprunté un autre livre à la bibliothèque universitaire portant cette fois sur l'histoire de la logique de Aristote à nos jours. Ce qui m'intéressa le plus fut la crise des fondements et le développement de l'école formaliste. Tout ceci m'amena à me poser de nombreuses questions sur la nature des objets mathématiques, l'infini, ce qu'est une « assertion vraie », les limites que le théorème d'incomplétude impose à la formalisation, ses conséquences, et bien d'autres questions encore sur la construction du savoir mathématique (dans son contexte historique, scientifique, philosophique, culturel et technique), le lien entre mathématiques, informatique et philosophie, *etc.* Ainsi, la profusion de logique introduite chaque jour en informatique pour répondre à des besoins diverses et variés amène un éclairage nouveau sur quelques vieilles notions et certains problèmes. Un exemple parmi d'autres est la généralisation logique-indépendante du théorème de définissabilité de Beth (que l'on peut trouver dans la première partie de ma thèse). Cette généralisation fournit une vision nouvelle et plus précise de la notion de définissabilité. On remarquera également que la notion de preuve assistée par ordinateur change à la fois notre relation à l'informatique mais aussi notre relation aux objets mathématiques. Enfin, un dernier point d'intérêt pour moi est l'importance des contributions épistémologiques (le rôle des problèmes, conjectures, démonstration, erreurs, évidence et rigueur) et l'introduction de perspectives historiques dans l'enseignement des mathématiques. Il est de mon avis que certains concepts et notions sont mieux perçus et compris si l'on connaît les raisons et le contexte de leur introduction.

## 4.3 Projets de recherche

Dans cette section je décris mes projets de recherche à court et moyen terme. Bien que sans emploi à l'heure actuelle, j'ai déjà commencé à mettre en œuvre ce projet (*cf.* Section 4.4). Cette liste n'est pas exhaustive et d'autres perspectives de recherche, plus ou moins liées à la logique mathématique, m'attirent. Parmi ces autres perspectives figurent notamment la théorie des ensembles (étude des ensembles partiels et des hyper-ensembles), l'étude de la complexité ou encore l'automatisation du raisonnement.

**Théorie abstraite des modèles :** de nombreux résultats issus de la théorie classique des modèles jouent un rôle important en théorie de la spécification. La généralisation logique-indépendante de ces résultats est un plus non négligeable pour le développement de l'informatique théorique. On peut citer les exemples suivants :

- *diagrammes élémentaires et morphismes élémentaires.* Bien qu'il existe des travaux récents sur le sujet (dont un chapitre de ma thèse), il reste quelques points à clarifier pour permettre une plus grande généralisation de ces résultats et les étendre notamment aux logiques modales (la réponse viendra peut-être du côté de la théorie des coalgèbres) ;
- *logique interne et formalisation des connecteurs logiques, des quantificateurs, des modalités, des substitutions, etc.* Ce travail est particulièrement important si on considère notamment l'automatisation du raisonnement et le développement des prouveurs de théorèmes. J'ai effectué quelques travaux remarquables<sup>4</sup> sur le sujet lors de mon doctorat que je poursuis actuellement en m'intéressant aux relations entre substitution, quantification, modalité et identité dans les logiques modales quantifiées ;
- *axiomatisabilité des structures (co)algébriques.* C'est un axe important de recherche dans le domaine des spécifications (co)algébriques, l'activité principale d'un spécifieur étant d'associer (comme sémantique)

---

<sup>4</sup>*cf.* *Jewels of Institution-Independent Model Theory*, Razvan Diaconescu. In : K. Futatsugi, J.-P. Jouannaud, J. Meseguer (eds.) : Algebra, Meaning and Computation. Essays Dedicated to Joseph A. Goguen on the Occasion of His 65th Birthday. Lecture Notes in Computer Science 4060, p. 65-98, Springer-Verlag, 2006.

les structures mathématiques appropriées aux types de données et aux processus que l'on cherche à modéliser. Les apports de ce type de recherche se situent autant en (co)algèbre universelle qu'en théorie de la spécification et les applications sont nombreuses, notamment en intelligence artificielle et dans les systèmes multi-agents ;

- *interpolation et définissabilité*. Ces deux notions, très liées l'une à l'autre, sont d'un grand intérêt en informatique. En effet, l'interpolation est la garantie d'une bonne structuration des spécifications algébriques et permet de réduire les domaines de données en model-checking tandis que la définissabilité est requise par toute recherche en intelligence artificielle notamment. Plusieurs travaux traitent de ces deux notions sous différents points de vue et certains très récents apportent une précision de la notion de définissabilité (*cf.* article joint). Malgré de nombreux travaux, le sujet est loin d'être épuisé, notamment dans le cadre des logiques modales et des coalgèbres.

Un cadre formel qui semble bien adapté pour l'étude logique-indépendante de la théorie des modèles est la théorie des institutions<sup>5</sup> introduite par Goguen&Burstall aux débuts des années 1980. Cette théorie fournit une théorie abstraite et catégorique des modèles formalisant la notion intuitive de système logique, incluant syntaxe, sémantique et une relation de satisfaction entre les deux (plus précise que la proposition de Barwise). L'importance de la théorie des modèles institution-indépendante est triple. D'une part elle satisfait à l'idéal de la théorie abstraite des modèles en fournissant une approche générique et uniforme de la théorie des modèles de nombreuses logiques permettant ainsi la production de résultats génériques tant en théorie des modèles qu'en théorie de la spécification. D'autre part, parcequ'elle s'abstrait totalement des détails d'une logique particulière (en particulier de la logique du premier ordre) elle amène une meilleure compréhension des notions étudiées. Enfin, elle est remarquablement bien adaptée à l'étude des spécifications axiomatiques dans le cadre du génie logiciel formel et de l'informatique théorique. Mon objectif est alors de continuer l'étude et le développement de la théorie abstraite des modèles dans le cadre des institutions autant que possible, prolongeant ainsi le travail initié par R. Diaconescu et quelques autres en informatique (Salibra, Scollo, Tarlecki, *etc.*). Il serait intéressant également de comparer en profondeur l'approche institutionnelle de la théorie des modèles avec d'autres approches comme celle de Barwise par exemple.

**Combinaison de logiques/langages/spécifications :** Les problèmes de la combinaison de logiques/langages et les notions de spécifications hétérogènes ou multivues sont au cœur des recherches actuelles tant en informatique théorique que dans ses applications industrielles. Ces questions sont également particulièrement pertinentes en intelligence artificielle et en philosophie du fait du large emploi des logiques (multi-)modales qui y est fait. Apporter des éléments de réponse à ces questions nécessite alors de s'intéresser d'une part aux conditions de combinaison des langages ou de recollement des spécifications et, d'autre part à la préservation de propriétés au travers de ces opérations afin de déduire le comportement/les propriétés global(es) du système ainsi obtenu à partir des comportements/propriétés respectifs(ves) des différents constituants. Ainsi, on peut citer parmi d'autres les perspectives de recherches suivantes :

- *étude comparée des différentes approches de la combinaison de logiques*. Jusqu'à présent, et bien que différentes approches aient été explorées, aucune définition générale et satisfaisante de la combinaison de logiques n'a pu être fournie ni aucun cadre théorique approprié pour son étude. Le but ici est de dégager l'essence même de la combinaison de logiques tout en fournissant un cadre théorique puissant mais souple et intuitif permettant de combiner aisément des logiques et de les comparer sans peine ;
- *approche logique-indépendante de la préservation de propriétés*. La combinaison de logiques n'a d'intérêt que dans le sens où il est possible de transférer des résultats ou des outils (d'aide à la preuve ou à la spécification) des logiques sources vers la logique créée par combinaison. Cette question, en lien avec le point précédent, a fait l'objet de nombreux travaux (préservation de la complétude, de la correction, de l'interpolation de Craig, de la consistance de Robinson, *etc.*). Seule une approche logique-indépendante de la question permettra d'y donner une réponse unifiée ;
- *étude du recollement de spécifications/modules/composants/vues*. Il est clair aujourd'hui qu'on ne peut spécifier un système d'information quelconque au moyen d'une seule logique sans faire le sacrifice de certains aspects du système. De nombreux travaux ont abordé le problème du recollement de spécifications/modules/composants/vues écrits dans des langages différents ou non tant d'un point de vue théorique qu'applicatif. Ces différentes questions sont au cœur de la recherche actuelle en génie logiciel, qu'il soit formel ou non. Il reste encore beaucoup de problèmes à traiter, notamment pour comparer et éventuellement unifier les différentes approches existantes.
- *étude de l'intégration des approches algébriques et coalgébriques*. Au-delà des différents langages potentiellement utilisés pour décrire un même système, différents paradigmes sémantiques peuvent être

---

<sup>5</sup>*Institutions : Abstract Model Theory for Specification and Programming*, Journal of the Association for Computing Machinery, 1992.

appliqués suivant ce que l'on choisit de représenter. En particulier, les données et les processus ne peuvent être décrit au moyen du même paradigme. Il est donc nécessaire de chercher à intégrer les approches algébrique et coalgébrique au sein d'un même cadre théorique afin de permettre la description complète, effective et unifiée des systèmes d'information à données complexes et communiquant avec leur environnement.

**Coalgèbre universelle et logiques modales :** Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour des modèles de calcul autres que les modèles familiers, conventionnels, séquentiels et parallèles traditionnellement utilisés suivant le langage de programmation choisi et employant une syntaxe et une sémantique rigoureusement définies et non-ambigües et des procédures d'exécution contrôlées. De tels modèles conventionnels de calcul se sont révélés être très efficace pour résoudre des problèmes pour lesquels il existe une solution algorithmique ou procédurale efficace. Cependant, les modèles de calcul inspiré de la nature, tels que les réseaux neuronaux bâtis sur le modèle du cerveau humain, calculent d'une manière totalement différente. Ils sont très complexes, non-linéaires, parallèles et ont la capacité d'effectuer certains calculs bien plus rapidement que les modèles conventionnels. Il est en effet déjà bien connu que ces modèles de calcul offrent des solutions à de nombreux problèmes issus de domaines aussi différents que la reconnaissance de formes, l'optimisation, la recherche d'information, la simulation de systèmes complexes et de processus. On peut donc raisonnablement s'attendre à ce que les qualités et avantages de tels modèles puissent effectivement être exploités de façon plus générale pour la résolution de problèmes dans de nombreux autres applications de l'informatique et des sciences de l'information. Il est tout de même à noter que pour certains aspects du calcul, tels que la manipulation d'objets recursifs ou structurés, ces modèles n'offrent pas d'avantages particuliers, voire sont inférieurs, aux modèles conventionnels. La logique et les réseaux neuronaux constituent donc deux domaines distincts mais d'importance majeure dans différents aspects de l'informatique. Par exemple, chacun d'eux a prouvé son importance dans le cadre de l'intelligence artificielle, à la fois d'un point de vue implémentatoire que pour lui fournir des fondations théoriques solides. Ils sont, d'une certaine façon, complémentaires l'un de l'autre. Pour toutes ces raisons, il existe un intérêt considérable à chercher à intégrer ou à combiner les approches orientées logique aux approches connectionnistes (ou orientées réseaux neuronaux). La question qui se pose alors naturellement est de savoir s'il est possible de combiner ces deux types de modèles de calcul (artificiels et naturels) de façon à bénéficier conjointement de leurs avantages respectifs (en se préservant des inconvénients respectifs des deux types de modèles) dans un unique système de calcul. L'objectif principale est alors de comprendre tous les aspects de la logique en termes de connectionnisme afin de pouvoir proposer des systèmes connectionnistes incluant tous les aspects de la logique. Afin d'atteindre cet objectif, trois tâches majeures doivent être effectuées : (i) représenter différentes logiques dans des systèmes connectionnistes en incluant tous les aspects des logiques modales et temporelles, des logiques pour l'incertitude, *etc.*, (ii) comprendre la sémantique de ces logiques en termes connectionnistes, (iii) comprendre la sémantique procédurale et y incorporer des mécanismes de raisonnement automatiques. Plus concrètement, ce projet de recherche vise à étudier les aspects logiques, algébriques et coalgébriques, point-fixes et catégoriques des modèles de calcul inspirés par la nature et comment la sémantique et la correction de ces modèles peut être mesurée en ces termes. Il vise également à définir des mécanismes d'intégration et de combinaison de ces modèles avec les modèles conventionnels ainsi que les mécanismes d'échange entre ces deux paradigmes. On peut attendre principalement deux choses de ce type de recherche : (i) une meilleure compréhension des différents approches de l'incertitude en logique et de leur représentation dans les réseaux neuronaux ; (ii) la définition d'un cadre théorique dans lequel il est possible d'étudier la sémantique de certains modèles naturels de calcul (incluant les réseaux neuronaux) et de la comparer à celle de réseaux traditionnellement étudiés en informatique. Abstraction et généralité sont les outils qui permettront de capturer les notions essentielles de chacune de ces deux approches.

Il est clair que ce projet porte principalement sur les fondations de l'informatique et des sciences de l'information. Néanmoins, il est très lié à des applications immédiates et concrètes telles que le raisonnement automatique, la reconnaissance de formes, la vision, le génie logiciel formel, *etc.*

**Théorie des modèles appliquée à l'algèbre :** Ce sont essentiellement les trois orientations suivantes qui m'intéressent en théorie des modèles appliquée à l'algèbre.

- *Constructions de structures algébriques à l'aide de méthodes modèles-théoriques.* Certaines conjectures fondamentales de la théorie des modèles qui la liaient à la géométrie algébrique ont été réfutées dans les années 80 par E. Hrushovski. En adaptant les techniques utilisées par E. Hrushovski, A. Baudisch a réussi à montrer l'existence de groupes ayant des propriétés modèles-théoriques très particulières. L'une d'elles interdit l'interprétation d'un corps dans les groupes de Baudisch mais il n'est pas clair si ce groupe peut être plongé définissablement dans un groupe linéaire. De façon plus générale, aucun résultat n'indique

dans quel groupe le groupe de Baudisch peut être plongé définissablement. Ceci constitue un sujet de recherche intéressant en lien avec la compréhension des automorphismes du groupe de Baudisch.

- *Propriétés modèle-théoriques de certaines classes de groupes infinis.* Les travaux de Z. Sela sur les groupes libres ont eu des conséquences majeures concernant les propriétés modèles-théoriques de ces groupes. Des généralisations aux groupes hyperboliques ont parfois été obtenues. Les méthodes utilisées dans ces avancées sont susceptibles de permettre la vérification des propriétés modèles-théoriques plus particulières de ces groupes. Une autre question intéressante est de savoir si certains problèmes ouverts en théorie géométrique des groupes (linéarité, finitude résiduelle) sont plus abordables en présence des hypothèses supplémentaires provenant de la théorie des modèles.
- *Groupes avec dimension.* En théorie des modèles il existe diverses notions de dimension parmi lesquelles le rang de Morley est la plus simple. Les groupes de rang de Morley fini forment une classe riche de groupes qui contient les groupes finis, les groupes algébriques sur les corps algébriquement clos et d'autres. Conjecturellement, ceux qui sont simples et infinis sont algébriques. Cette conjecture reste largement ouverte malgré de récents progrès s'inspirant de la classification des groupes finis et simples et utilisant des raisonnements de généralité.

**Histoire et épistémologie des sciences :** Comme indiqué ci-dessus, je suis également intéressé par l'histoire et l'épistémologie des mathématiques. La période qui m'intéresse le plus est la crise des fondements. De là découle deux axes de recherche m'intéressant plus particulièrement, l'un parcequ'il s'intéresse à ce qui a précédé la crise des fondements, l'autre parcequ'il en est né :

- *École Algébrique Anglaise (Peacock, Babbage, Carrol, Bool, etc.).* Je suis particulièrement intéressé par l'étude des origines du courant de pensée qui, dans l'Angleterre de la première moitié du XIX siècle, donne naissance à une conception purement symbolique de l'algèbre et amène l'examen des conditions de certitude du discours en marquant le premier rapprochement entre mathématiques et logique. Ce qui m'intéresse surtout c'est d'étudier les apports, influences et contributions de ces travaux aux autres domaines des mathématiques et de les resituer dans leur contexte historique et scientifique.
- *Théorie des modèles.* La théorie des modèles apparaît dans le contexte de la crise des fondements. Bien que fournissant au départ de nombreux résultats négatifs (théorème de Löwenheim, théorème de Morley, théorème d'incomplétude, etc.), la théorie des modèles a permis de jeter un nouveau regard sur les mathématiques. Très liée à l'algèbre au début, la théorie des modèles, après s'être centrée sur elle-même avec la théorie de la stabilité, s'est progressivement ouverte à d'autres domaines des mathématiques (analyse, géométrie) et s'est généralisée (théorie abstraite des modèles). Aujourd'hui, la théorie des modèles est bien loin des travaux des pionniers et son influence sur les mathématiques est indéniable. Il est alors intéressant d'étudier les mécanismes de cette évolution, par quoi elle a été guidée, quels chemins a-t-elle empruntés et d'où vient le matériel nécessaire tant à l'introduction de la théorie des modèles qu'à son évolution (ce qu'elle doit aux autres domaines des mathématiques). Inversement, il est également intéressant de se demander quels sont les apports de la théorie des modèles en mathématiques mais aussi en informatique (voire en physique), comment a-t-elle été reçue et est-elle bien acceptée aujourd'hui.

## 4.4 Recherche en cours

Dans cette section, je décris les travaux que je mène actuellement et leur état d'avancement.

1. Je suis en train de finir la rédaction d'un article relatant une étude de la consistance de Robinson et sa préservation au travers de la combinaison de logiques. Cette recherche est un approfondissement de certains de mes travaux de thèse tant en ce qui concerne la consistance de Robinson que la combinaison de logiques. L'article est presque fini et sera soumis pour publication à un journal international de logique d'ici un mois environ. Voir l'article joint pour plus de détails.
2. Je suis en train d'étudier les possibilités qu'offre la généralisation de la méthode des diagrammes exposée dans ma thèse. En particulier je suis en train de comparer notre approche à celle développée par R. Diaconescu dans l'article *Elementary Diagrams in Institutions*<sup>6</sup>. Cet article devrait être soumis à un journal international de logique d'ici un mois et demi environ.
3. Je suis en train d'intégrer la sémantique contrepartie de G. Corsi dans le cadre des institutions stratifiées introduit dans ma thèse dans le but d'y étudier les notions d'identité et de substitution en présence conjointe de quantificateurs et de modalités. Cette étape est presque achevée et il ne me restera plus qu'à comparer cette approche avec les approches existantes telles que *Possible Worlds Semantics in Arbitrary*

---

<sup>6</sup>Journal of Logic and Computation, 2004.

*Institutions and Modality in Open Institutions with Concrete Syntax* by Razvan Diaconescu et Petros Stefaneas. Cet article devrait être soumis à un journal international de logique d'ici deux mois environ.

4. Je suis en train de regrouper et de mettre en forme mes notes personnelles sur les institutions accumulées pendant mon doctorat. Le but est de produire un livre couvrant les différents aspects de la théorie des institutions (spécifications de systèmes d'information, théorie abstraite des modèles, développement catégorique, spécialisations du cadre original). Ce livre ne sera certainement pas fini avant le mois de juin.

## 4.5 Diffusion scientifique

### THÈSE

1. **Fabrice Barbier**. Résultats de théorie abstraite des modèles dans les institutions : vers la combinaison de logiques.  
Thèse de doctorat, Université d'Évry-Val d'Essonne. 5 Décembre 2005.  
Disponible à l'URL <http://www.ibisc.univ-evry.fr/~fbarbier/recherche-fr.html>

### JOURNAUX

2. Marc Aiguier, **Fabrice Barbier**. *An Institution-Independent Proof of the Beth Definability Theorem*.  
Rapport interne n°112-2004, LaMI, Université d'Évry, 2004, à paraître dans **Studia Logica**.

### ATELIERS DE TRAVAIL (WORKSHOPS) INTERNATIONAUX (avec comité de sélection et publication des actes)

3. Marc Aiguier, **Fabrice Barbier**, Pascal Poizat. *A Logic with Temporal Glue for Mixed Specifications*.  
Actes de « Foundations of Coordination Languages and Software Architectures » (FOCLASA'03)  
Electronic Notes in Theoretical Computer Science (ENTCS), Vol.97.

### SÉMINAIRES ET PRÉSENTATIONS

4. **Fabrice Barbier**. *Interpolation de Craig, consistance de Robinson et théorème de Beth dans les institutions*.  
Séminaire général de logique, Paris VII, 9 mai 2005.
5. **Fabrice Barbier**. *Théorie abstraite des modèles dans les institutions*.  
Séminaire d'informatique, Namur, 2 mai 2005.
6. Marc Aiguier, **Fabrice Barbier**, Pascal Poizat. *An Institution for Mixed Specifications*.  
Workshop on Algebraic Description Techniques (WADT'02), Frauenchiemsee, Allemagne, 24-27 septembre 2002.

### AUTRES PUBLICATIONS

(livre, rapport interne, polycopié de cours, mémoire de D.E.A., T.E.R.)

7. **Fabrice Barbier**. *Elements of the Theory of Institutions*.  
Livre en cours de rédaction, 2007. À soumettre dans le cours de l'année à un éditeur.
8. Marc Aiguier, **Fabrice Barbier**. *On Institution Theory, Robinson Consistency and Combination of Logics*.  
Rapport interne n°2007-04, IBISC, Université d'Évry, 2007. À soumettre prochainement dans un journal international de logique.
9. **Fabrice Barbier**. *Counterpart Semantics and Stratified Institutions*.  
Rapport interne n°2007-03, IBISC, Université d'Évry, 2007. À soumettre prochainement dans un journal international de logique.
10. Marc Aiguier, **Fabrice Barbier**. *Diagram Method in Stratified Institutions*.  
Rapport interne n°115-2005, LaMI, Université d'Évry, 2005.
11. **Fabrice Barbier**. *Analyse lexicale et analyse sémantique : présentation de (f)lex et de yacc/bison*  
Polycopié de cours avec exercices corrigés, Université d'Évry, Novembre 2004.

12. Fabien Baille, **Fabrice Barbier**, Christian Destré, Anastassia Iartseva, Fanny Pascual, Antoine Spicher.  
*Trucs, astuces et conseils pour les projets.*  
Polycopié de cours, Université d'Évry, Novembre 2003.
13. **Fabrice Barbier**. *Méta-réécriture : application à la logique des relations spéciales.*  
Mémoire de DEA informatique, Université d'Évry, Septembre 2001.
14. **Fabrice Barbier**. *Logique du premier ordre et théorie classique des modèles.*  
Travail d'étude et de recherche (TER), Maitrise de mathématiques, Université d'Évry, Septembre 2001.

## 4.6 Formations et écoles

J'ai participé aux écoles suivantes :

- École Jeunes Chercheur en Programmation. Rennes, France, 20-31 mai 2002.
- École d'été « Modelling and Verifying Parallel Processes » (MOVEP'02). Nantes, France, 17-21 juin 2002.
- Doctoriales de l'Université d'Évry-Val d'Essonne, Dourdan, France, 3-7 mai 2004.

## Chapitre 5

# Activités collectives

### – Représentant des doctorants de l'équipe SPECIF.

Dès mon arrivée au LaMI, j'ai tenu à m'insérer dans la vie collective et administrative en devenant membre du conseil de laboratoire. Reprenant le flambeau après le départ de la précédente représentante des doctorants de l'équipe SPECIF, j'ai ainsi participé chaque mois, durant un an, aux réunions du laboratoire. Ceci m'a permis de mieux comprendre la position du laboratoire au sein de l'université, les politiques de recrutement, l'attribution des bourses d'allocation, *etc.*

Cette responsabilité m'a apporté une expérience très instructive du fonctionnement difficile, généralement méconnu des étudiants, d'un laboratoire.

### – Coordinateur des réunions de l'équipe SPECIF.

Cette responsabilité a consisté à organiser les réunions de travail de l'équipe SPECIF du LaMI dont je fais parti depuis mon stage de DEA. Le principe était alors de définir le programme de chaque réunion en accord avec un membre permanent de l'équipe et de fixer la date de cette réunion en respectant les obligations de chacun.

Cette responsabilité m'a permis de mieux m'insérer dans mon équipe d'accueil et de découvrir des axes de recherche qui, bien que dépendants du même domaine que mes sujets de thèse et de DEA, m'étaient jusqu'alors inconnus (modélisation géométriques, applications à la biologie).

### – Membre et animateur des réunions de doctorants du LaMI.

Afin de promouvoir la communication et l'échange d'idée entre les doctorants des différentes équipes du laboratoire, j'ai participé à la mise en place de réunions régulières au cours desquelles un ou plusieurs membres prends la parole pour exposer ces thèmes de recherche. Ces présentations publiques sont l'occasion de débattre et de proposer des idées nouvelles, mais aussi d'élargir sa culture à des domaines très variés : spécification formelles, intelligence artificielle, conception de systèmes, bio-informatique, recherche opérationnelle *etc.* Cette impulsion poursuit aujourd'hui son existence et participe à l'accueil des nouveaux doctorants.