Curriculum Vitae

Prof. Antonino Salibra

Septembre 2010

Adresse professionnelle: Università Ca' Foscari, Venezia
Dipartimento di Informatica, Via Torino 155, 30172 Venezia, Italia
Mail: salibra@dsi.unive.it
http://www.dsi.unive.it/∼salibra

1 Résumé

- *Carrière universitaire:*
  1. Depuis 09/2002: Professeur d'Informatique de première classe à l'Université Ca' Foscari, Venise
  2. 11/1993 - 08/2002: Professeur associé d'Informatique à l'Université Ca' Foscari, Venise
  3. 11/1992 - 10/1993: Professeur associé d'Informatique à l'Université de Bari
  4. 10/1984 - 10/1992: Chercheur associé d'Informatique à l'Université de Pise
- *Positions de responsabilité (Université Ca'Foscari):*
  1. Depuis 06/2009: Directeur de l'ècole de doctorat en Informatique de l'Université Ca' Foscari
  2. 11/2003 - 10/2006: Membre du Sénat[1] Universitaire de l'Université Ca' Foscari
  3. 11/2003 - 10/2006: Membre du Conseil de la Faculté des Sciences, Université Ca' Foscari
  4. 09/2002 - 10/2006: Membre du Conseil Étudiants-Professeurs de la Faculté des Sciences
  5. 11/1998 - 10/2003: Vice-directeur du Département d'Informatique
  6. Depuis 11/1994: Membre du Conseil de Doctorat en Informatique
  7. Depuis 2001: Membre du Conseil de l'UFR d'informatique
  8. 11/2004 - 10/2008 : Membre de la commission d'évaluation de la carrière des étudiants
- *Prix de Recherche:* Le Jury des prix 2008 de la meilleure thèse de la Fondation d'entreprise EADS a attribué le Prix de la meilleure thèse en "Sciences et technologies de l'information et de la communication" à Giulio Manzonetto: "Models and theories of lambda calculus" (Directeurs de thése: Chantal Berline (CNRS et Paris 7) et Antonino Salibra (Ca'Foscari)). Thèse de Doctorat Européen en Informatique en cotutelle entre l'Université Ca'Foscari (Venise, Italie) et l'Université Paris-Diderot-Paris 7 (Laboratoire PPS).

[1] Le Sénat Universitaire (18 membres) prends les décisions politique pour le gouvernement de l'Université.

- *Séjours de recherche à l'étranger:*
    1. 10/2007 - 09/2008: année sabbatique. 10/2007 - 12/2007: Chargé de Recherche, LIX, Ecole Polytechnique, Palaiseau; 01/2008 - 09-2008 Equipe PPS, Université Paris 7.
    2. 2002, 2005, 2007, 2009, 2011: Professeur invité à l'Université Paris 7 - Denis Diderot, Equipe PPS (chaque fois pour un mois).
    3. 2003: Professeur invité: Institute of Mathematics Alfred Renyi, Hungarian Academic of Sciences, Budapest, subventionné par l'Union Européenne (un mois)
    4. 11/1996 - 02/1997 Professeur invité: Department of Mathematics of Victoria University of Wellington (New Zeland).
    5. 05/1992 - 07/1992: Professeur invité: Department of Mathematics, Iowa State University, subventionné par NATO Senior Fellowships.
- *Qualifications:*
    1. Qualification aux fonctions de Professeur des Universités, Section: 27-(Informatique).

2 Recherches et collaborations scientifiques

1. *Domaine de recherche*:
    - En général: Informatique théorique
    - Actuels:
        * Linear logic, differential and resource lambda calculi
        * Sémantiques algébriques du λ-calcul
        * Théorie des modèles du λ-calcul
        * Algèbre universelle
2. *Collaborations scientifiques*:
    - Equipe PPS, Université Paris 7 - Denis Diderot
    - LIX, Ecole Polytechnique, Palaiseau
    - King's College, London
    - Department of Mathematics, Victoria University of Wellington, New Zeland
    - Departement of Computer Science, Univ. of Twente, Enschede, The Netherlands
    - Department of Mathematics, Iowa State University, USA
    - Institute of Mathematics Alfred Renyi, Hungarian Academy of Sciences, Budapest
    - Dipartimento di Informatica, Università di Pisa, Italie
    - Department of Education, University of Cagliari, Italie

3 Expérience professionnelle

3.1 Enseignement

- J'ai enseigné dans les cinq premières années d'études universitaires, principalement en Informatique. Plus précisément j'ai enseigné les matières suivantes:

- Mathématiques discrètes (2009-2011, Venise)
- Logique (2009-2011, Venise)
- Méthodes formelles (2002-2007, Venise)
- Théorie de la calculabilité (1993-2007 et 2011, Venise)
- Langages formels et compilateurs (1993-1994, Bari)
- Systèmes informatiques (1992, Bari et Bologne, 2009 Venice)
- Programmation (1996-1999, Venise, Faculté d'Economie), (1991, Pise),(1984-1987, Pise)
- Théorie de calculabilité (1994-1996, Vérone), (1988-1989, Pise)

J'ai enseigné à l'Université de Vérone et à l'Université de Bologne comme professeur suppléant.

- Cours (Ecole de doctorat en Informatique):
  - Méthodes algébriques et topologiques en λ-calcul, Hungarian Academic of Sciences, Budapest, 2003
  - Lambda calcul, Université Ca' Foscari, Venise, 2002
  - Sémantique algébrique, Université de Bologne, 1995

3.2 Directions de thèses de doctorat

- Stefania Lusin. Intersection types, Lambda abstraction algebras and Lambda theories, thèse de doctorat 2002.
- Giulio Manzonetto, Modèles et théories du λ-calcul, thèse de doctorat, février 2008 (co-direction avec C. Berline, Université Paris 7)
- Alberto Carraro, thèse en cours. (co-direction avec A. Bucciarelli, Université Paris 7)

3.3 Participation à comités de programme et jurys

- Membre du comité de programme de CSL08 (International Conference in Computer Science Logic), Bologne, Italie, 15-20 septembre 2008.
- Membre de la commission de soutenance pour le doctorat de Giuseppe Scollo (1993), Université de Twente, Enschede, Pays Bas

3.4 Implication dans de projets de recherche

- Organisation:
  - Organisation du congrès du projet de recherche national "Méta-modèles informatiques", décembre 2002, Université de Venise
- Direction:
  - Direction d'un projet international dans le cadre de TEMPUS (Trans-European Mobility Scheme for University Studies): Projet européen pour la reconstruction du système de formation de la Faculté des Etudes d'ingénierie électrique à l'Université Technique de Budapest (1992).

- Participation aux projets:
  - Contrôle et certification de l'utilisation des ressources, 2007-2009 (MURST: Ministère Italien de l'Université et de la Recherche Technologique ; projet dirigé par Simona Ronchi della Rocca, Université de Turin)
  - Modèles et types pour la sécurité dans les systèmes distribués, dans le cadre du projet européen IST-2001-32617, dirigé par Vladimiro Sassone, Université de Sussex.
  - Fondations logiques des langages abstraits de programmation, 2005-2006 (MURST, projet dirigé par Simona Ronchi della Rocca, Université de Turin)
  - Méta-méthodes informatiques, 2002-2003 (MURST, projet dirigé par Furio Honsell, Université d'Udine)
  - Méthodes constructives en topologie, algèbre et analyse des programmes, 1998-1999 (MURST, projet dirigé par Giovanni Sambin, Université de Padoue)
  - Modèles et méthodes de l'informatique et des langages de la programmation, 1994-1997 (MURST, projet dirigé par Giorgio Levi, Université de Pise)
  - Programmation logique, projet du Centre National de Recherche (CNR), 1996-1998.
- Commissions scientifiques:
  - Président de la commission scientifique du projet "MOOseo Virtuale delle fiabe: nuovi sviluppi e prospettive" (2006-2007), subventionné par la Région de la Vénétie (projet de formation pour l'école dans la région de la Vénétie)
  - Membre de la commission scientifique du projet MOOseo Virtuale delle fiabe (2005-2006), subventionné par la Région de la Vénétie (projet de formation pour l'école dans la région de la Venetie)

3.5 Conférences invitées et Exposés

- Conférences invitées à Congrès et à Workshops:

[L-14] 8-10 Juin 2010: AsubL4, Algebra and Substructural Logics - take four, Ishikawa Hightech Center at Jaist. Kanazawa, Japon.

[L-13] 4-5 Juin 2009: Conférence scientifique en honneur de Chantal Berline, PPS et CNRS, Paris, France

[L-12] 28-29 Avril 2006: "Lambda calculus: models and theories"; Colloque "Géométrie de la logique" organisé de l'Université de Rome, Italie

[L-11] 25-27 Août 2003: "Lambda calculus: models and theories"; AMiLP-3, Third AMAST Workshop on Algebraic Methods in Language Processing, Vérone, Italie

[L-10] Novembre 2002: "Algebraic and topological methods in lambda calculus"; Inter. Conf. on Logic, Algebra, Relativity, en l'honneur de I. Nemeti, Budapest, Hongrie

[L-9] Juillet 1997: "Categorical frames and Boolean algebras with operators in a category", Workshop on Abstract Algebraic Logic, Barcelone, Espagne

[L-8] Décembre 1996: "Categorical Modal Logic"; Very Informal Conference on Theoretical Computer Science, Wellington, Nouvelle Zélande

[L-7] Mai 1996, "The algebraic logic of lambda calculus"; International Conference on Modern Algebra and its Applications, Nashville, USA

[L-6] Juillet 1994: "The abstract variable-binding calculus"; Summer School on Algebraic Logic and Categorical Methods in Computer Science. Budapest, Hongrie

[L-5] Septembre 1991: "Lambda abstraction algebras: axiomatization and representability results"; XXXVIII Banach Semester on Algebraic Methods in Logic and Their Computer Science Applications. Varsovie, Pologne

[L-4] Septembre 1991: "Compactness and Löwenhein-Skolem properties in pre-institution categories"; XXXVIII Banach Semester on Algebraic Methods in Logic and Their Computer Science Applications. Varsovie, Pologne

[L-3] Juin 1990: "On atom Structures of Cylindric Algebras"; Meeting on algebraic logic, Mills College, Oakland, USA

[L-2] Mai 1990: "On atom Structures of Cylindric Algebras"; Inter. Conf. on Algebraic Logic (en honneur de Prof. Donald Monk), University of Colorado, Boulder, USA

[L-1] Août 1988: "A universal algebraic approach to languages, logic and semantics"; Inter. Conf. on Algebraic Logic, Budapest, Hongrie

- Exposés invitées dans des universités

[I-16] Laboratoire PPS, Université Paris 7-Denis Diderot, Paris (Avril 2010, Mars 2007, Mai 2006, Juin 2005 (Atelier GEOCAL), Juin 2004, Mai 2004, Juin 2003, Mai 2002).

[I-15] Mars 2008: Joint Queen Mary/Imperial Seminar, Queen Mary College and Imperial College, London

[I-14] Février 2008: Laboratoire LIPN, Université Paris 13, Villetaneuse (Paris)

[I-13] Novembre 2007: LIX, Ecole Polytechnique, Palaiseau.

[I-12] Février 2003: Département de Mathématique, Université de Padoue, Italie

[I-11] Juin 2002: Département d'Informatique, Université de Turin, Italie

[I-10] Février 2002: Département d'Informatique, Université de Vérone, Italie

[I-9] Janvier 1998: Département d'Informatique, Université de Turin, Italie

[I-8] Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences, Budapest (Mars 1996, Avril 1996, Février 1992, Mai 1990).

[I-7] Mars1996: Département de Mathématiques, Université de Padoue

[I-6] Juin 1995: LADSEB, Conseil National Italien, Padoue

[I-5] Février 1992: Département d'Informatique, Université de Bari

[I-4] Juillet 1991: Département de Mathématiques, University of Colorado, Etats-Unis

[I-3] Juin 1991: Département d'Informatique, University of Iowa, Etats-Unis

[I-2] Juin 1991: Département de Mathématiques, Iowa State University, Etats-Unis

[I-1] Février 1990: Université de Paris-Sud, LRI, Orsay

3.6 Expertises récentes

J'ai été rapporteur dans le année 2008, 2009 et 2010 pour les colloques et les revues scientifiques qui suivent:

- 2008: CSL'08 (nombreux articles en tant que membre du Comité de programme)
- 2008: Special issue of Theo. Computer Science en l'honneur des 60 ans de J.-Y. Girard
- 2008 Information Processing Letters
- 2008 Special issue of Information and Computation en l'honneur des 60 ans de G. Longo
- 2008 Mathematical Structures in Computer Science
- 2009 LICS'09
- 2009 Journal of Logic and Computation
- 2010 CSL'10

4 Activités de recherche des ces dix dernières années

Pour presenter mon activité de recherche, je me permets de noter que j'ai publié 4 articles au LICS ('01, '04, '06, '09) et je me permets aussi de citer deux lettres de recommandation écrites par Henk Barendregt (Université de Radboud, Nijmegen, Pays Bas) et par Mariangiola Dezani-Ciancaglini (Université de Turin, Italie):

- Barenderegt: "When more than 30 years ago, the topic of lambda calculus was started, there were two classes of examples. Theories from consistent extensions of lambda calculus obtained through proof-theoretic means and theories as the set of equations between terms coming from denotational models. In the 1980-s one new method was added by Albert Visser: recursion theory. Then in the 1990-s Antonino Salibra studied the lambda theories using all these methods and added two new ones coming from lattice-theory and from algebra. This gave rise to a host of new results. This is most impressive, I did not imagine this road was possible. Salibra found these roads by himself...".
- Dezani: "Antonino is today considered a prominent researcher: he is the main expert in the algebraic semantics of lambda calculus and in the lattice of lambda theories. He introduced with Pigozzi the lambda abstraction algebras which turned out to be very useful for solving difficult questions on lambda calculus models. In particular Antonino has found total or partial answers to some well known open problems formulated by outstanding researchers like Plotkin, Selinger and Berline".

4.1 Ressource calculi

Domaines de recherche: logique linéaire et lambda calculi avec ressources.

La catégorie REL des ensembles et des relations est un modèle standard de la logique linéaire qui est sous-jacent à la plupart des modèles dénotationnels de ce système (espaces cohérents, espaces hyper-cohérents, espaces de totalité, espaces de finitude,). En ce cadre élémentaire une formule est interprétée comme un ensemble et une preuve de cette formule est interprétée comme un sous-ensemble de l'ensemble qui interprète la formule. Les connectives logiques sont interprétés de façon très simple: le produit tensoriel, le par et l'implication linéaire sont interprétés comme des produits cartésiens, le produit dirigé (avec) et les sommes dirigées (plus) sont interprétés comme union disjointe. La négation linéaire dun ensemble est l'ensemble même.

Les exponentiels sont traditionnellement interprétés par l'opération qui envoie un ensemble X sur lensemble de tous les multi-ensembles finis d'éléments de X. Avec cette interprétation standard des exponentiels, le modèle relationnel interprète aussi les extensions différentielles de la logique linéaire et le λ-calcul différentiel.

L'expansion de Taylor d'un λ-terme M est une combinaison linéaire (généralement infinie) de termes avec ressources. Si on normalise chaque termes avec ressources qui apparait en cette somme formelle, on obtient l'expansion de Taylor de l'arbre de Böhm de M. Ce résultat implique que dans un modèle dénotationnels qui valide la formule de l'expansion de Taylor dans le sens que l'interprétation dun terme M est égale à l'interprétation de son expansion de Taylor, l'interprétation d'un λ-terme non-résoluble est nécessairement égale à 0. Puisque l'exponentiel de REL basé sur les multi-ensembles finis valide la formule de l'expansion de Taylor, tout modèle du λ-calcul pur dans la catégorie cartésienne fermée correspondante ressemble être obligée à être sensible. Ca ressemble être une limitation sérieuse du pouvoir expressif équationnel de ce type de sémantique.

En [21] nous avons proposé une solution à ce problème, en introduisant des nouvelles opérations d'exponentiation sur REL. L'idée est très simple: nous remplacent l'ensemble $\mathbb{N}$ des nombres naturels (qui sont utilisés pour compter les multiplicités des éléments dans les multi-ensembles) par des semi-anneaux plus généraux contenant typiquement des éléments infinis ω tels que $\omega + 1 = \omega$. Mutatis mutandis les structures des exponentiels (action fonctorielle, déréliction, etc.) sont interprétées comme avec les exponentiels basés sur les multi-ensembles. Pour avoir que ces structures satisfont les équations requises, il faut que des conditions plutôt restrictives soient validées par le semi-anneau : on appelle "semi-anneaux avec multiplicité" les anneaux qui satisfont ces conditions. Nous montrons que ces semi-anneaux doivent contenir $\mathbb{N}$ et nous exhibons des semi-anneaux avec multiplicité ayant des éléments infinitaires.

En ces modèles avec multiplicités infinies les constructions différentielles sont disponibles mais la formule de Taylor n'est pas valable. Pour chaque semi-anneaux avec multiplicité qui contient un élément infini nous avons construit un modèle du λ-calcul pur qui n'est pas sensible et, plus précisément, ou le terme $\Omega = (\lambda x.xx)(\lambda x.xx)$ a une interprétation non-vide (nous avons exhibé aussi un terme non-résoluble dont l'interprétation est différente de celle de Ω).

In [20] nous avons initié une étude purement algébrique du calcul des ressources de Ehrhard et Regnier (sans promotion). Nous suivons les lignes de la tradition universelle-algébriques dans l'étude du lambda-calcul. Nous explorons un certain nombre de variétés qui peuvent etre considérées comme des classes de modèles algébriques du calcul des ressources. D'abord, nous définons la variété des algébres combinatoires avec ressources (RCAs) qui sont au lambda calcul des ressources ce que les algébres combinatoire sont au lambda-calcul classique. Les RCAs contiennent des combinateurs de base qui permettent de définir une abstraction sur les polynomes et de obtenir un résultat de completude combinatoire. Ensuite, établissant un parallèle avec les travaux de Curry, nous définons le sous-variété des lambda-algébres des ressources (RLAs) et prouvons que l'extension libre de une RLA satisfais la régle ξ pour l'abstraction; ce qui est fait par une construction, analogue à celle de Krivine pour les lambda-algébres, qui montre que l'extension libre de une RLA est, à isomorphisme prés, une algébre graduèe. Aprés Pigozzi et Salibra, nous définissons la variété des algébres de lambda-abstraction avec ressources (RLAAs). Nous avons établi les relations entre toutes ces variétés, établissant des bases solides pour une théorie des modèles de lambda-calcul des ressources. Nous montrons ensuite comment il est possible de récupérer (par complétement idéal) les variétés correspondant introduit pour le lambda-calcul classique. Nous prouvons que tout modèle de lambda-calcul classique obtenu par complétement idéal induit une théorie lambda qui fait égal tous les termes ayant le meme arbre de Böhm.

4.2 Une approche algébrique du lambda-calcul

Domaines de recherche: l'algèbre universelle appliquée au λ-calcul, en particuliers au treillis des λ-théories et à la théorie des modèles du lambda-calcul.

J'ai développé cette recherche en collaboration avec Don Pigozzi (Iowa State University), Robert Goldblatt (Victoria University of Wellington), Chantal Berline (CNRS et Paris 7), Antonio Bucciarelli (Paris 7) et Giulio Manzonetto (Université Ca'Foscari, Paris 7, INRIA-Rocquencourt).

Dans les années 1990 j'ai lancé un programme de recherche pour étudier le λ-calcul en me servant des techniques de l'algèbre universelle et de la logique algébrique. L'observation que le treillis $\lambda\mathcal{T}$ des λ-théories (extensions équationnelles du λ-calcul) est isomorphe au treillis des congruences de l'algèbre des termes $T_{\lambda\beta}$ de la λ-théorie minimale $\lambda\beta$, constitue le point de départ pour l'étude du λ-calcul avec des méthodes d'algèbre universelle. J'ai introduit la variété LAA des lambda-abstraction-algebras Inversement, le λ-calcul peut être appliqué avec profit à l'algèbre universelle. En généralisant des concepts venant du λ-calcul et de la programmation vers l'algèbre universelle, nous avons créé un parcours qui part du λ-calcul vers l'algèbre universelle et y retourne de nouveau.

4.2.1 La variété LAA des algèbres de λ-abstraction ([10, 6, 7, 11, 12, 16, 35, 30, 36, 38])

1. Dans [11] j'ai montré que la variété (i.e., la classe équationnelle) engendrée par $T_{\lambda\beta}$ est égale à la variété LAA d'algèbres de λ-abstraction que j'ai introduite dans [36, 38] au début des années 1990 avec la collaboration de Don Pigozzi. LAA correspond à une théorie algébrique des contextes (λ-terms with holes", dans la terminogie de Barendregt) du λ-calcul non-typé, que nous avons conçue comme une alternative à la logique combinatoire de Curry, et *qui conserve la notation "lambda"* et, par conséquent, toutes les intuitions fonctionnelles du λ-calcul.

2. Dans [11] je montre que toute sous-variété de LAA est engendrée par l'algèbre de termes d'une λ-théorie.

3. Les exemples naturel de algèbres de λ-abstraction sont certaines algèbres de fonctions qui se présentent comme "expansions" naturelles des modèles du λ-calcul. Le question de la représentation des diverses sous-classes de LAA comme classes d'algèbres de fonctions a été étudiée dans plusieurs articles [36, 38, 16, 35] en collaboration avec Don Pigozzi, mais le résultat principal a été obtenu avec Robert Goldblatt [12]: *toute λa-algèbre est isomorphe à l'algèbre de fonctions déterminée par un modèle du λ-calcul.* Ce résultat a pour conséquence un théorème de complétude pour le λ-calcul et également pour le λ-calcul infinitaire.

4. Récemment, j'ai démontré en collaboration avec Chantal Berline qu'*il existe une variété distributive de algèbres de λ-abstraction* [6]. L'existence de sous-variétés de LAA qui satisfont des propriétés algébriques fortes etait un problème ouvert depuis que j'avais prouvé dans [10] que LAA n'est pas une variété modulaire (voir plus bas). L'existence d'une sous-variété distributive de LAA montre que, contrairement à l'opinion commune qui prévalait jusque là, le λ-calcul satisfait des propriétés algébriques intéressantes.

5. J'ai montré avec Lusin [7] qu'une identité de treillis est vraie dans chaque treillis de congruences de l'algèbres de λ-abstraction si, et seulement si, elle est trivial.

4.2.2 Le treillis λT des λ-théories [7, 6, 25, 11]

1. Dans [11] j'ai montré que λT *etait isomorphe au treillis des théories équationnelles de* LAA. Depuis la découverte de Lampe dans les années quatre-vingts, il est bien connu que tous les treillis de théories équationnelles satisfont certaines *quasi-identités* non triviales du langage des treillis, en particulier, la "Zipper condition": si $\vee\{a_i : i \in I\} = 1$ et $a_i \wedge b = c$, alors $b = c$. Il en résulte que $\lambda\mathcal{T}$ *satisfait la "Zipper condition"*.

2. J'ai conjecturé à la fin des années 1990 que λT ne satisfaisait aucune *identité* non triviale du langage des treillis. Cette conjecture est encore ouverte. Le premier résultat partiel a été obtenu dans [10] où j'ai montré que le pentagone N5 se plonge dans λT; il en résulte que λT (et LAA) n'est pas modulaire. J'ai aussi montré avec Lusin [7] que chaque identité de treillis q non triviale était falsifiable dans une expansion de $\lambda\mathcal{T}$ obtenue en ajoutant un certain nombre de constantes (dependant en q) au langage du λ-calcul.

3. On peut se demander aussi ce qu'il en est pour des fragments intéressants du treillis $\lambda\mathcal{T}$. En particulier: "Existe-t-il une λ-théorie ϕ telle que l'intervalle $[\phi) = \{\psi : \phi \subseteq \psi\}$ est "grand" et satisfait une identité de treillis non triviale?" Les problèmes de ce type sont liés à des problèmes de consistance de certaines lois algébrique avec le λ-calcul. Dans [6] nous avons montré avec Chantal Berline qu'il existe un intervalle large et distributif du type $[\phi)$, où ϕ est une λ-théorie finiment axiomatisable. Ce résultat est une conséquence des résultats décrits dans le paragraphe "Forcing" plus bas.

4. En collaboration avec Manzonetto [25] j'ai démontré récemment qu'il existe pour chaque λ-théorie récursivement énumérable ϕ, une suite de λ-théories $\phi_n \geq \phi$ ($n \in \mathbb{N}$) tel que l'intervalle $[\phi_n)$ est isomorphe au treillis de Boole fini à 2^n éléments (voir le paragraphe "Algèbres de Church").

4.2.3 Des algèbres de Boole pour le λ-calcul [27, 3]

J'ai développé cette recherche en collaboration avec Manzonetto.

Un des résultats les plus importants de l'algèbre moderne est le *Théorème de représentation de Stone pour les algèbres booléennes*. Celui-ci a été généralisé par Pierce aux anneaux commutatifs et après par Comer aux classes d'algèbres ayant "Boolean factor congruences".

1. Nous avons généralisé le théorème de représentation de Stone à la classe des algèbres combinatoires. Dans chaque algèbre combinatoire se trouve une algèbre de Boole d'éléments "centraux", dont les opérations sont définies par des combinateurs adéquats. Nous avons utilisé ces éléments centraux pour représenter l'algèbre combinatoire comme un produit booléen faible d'algèbres combinatoires directement indécomposables (i.e., des algèbres qui ne peuvent être décomposées comme produit cartésien de deux autres algèbres non triviales). Ce thèoréme montre que les "building blocks" des algèbres combinatoires sont les algèbres combinatoires directement indécomposables.

2. Des applications du Théorème de Stone au λ-calcul ont été obtenu (voir plus bas Section 4.3). La sémantique indécomposable (i.e., le sémantique du λ-calcul données en termes de

modèles qui sont directement indécomposables comme algèbres combinatoires) contient la sémantique continue de Scott, la sémantique stable de Berry et la semantique fortement stable de Bucciarelli-Ehrhard, et aussi les modèles des termes de toutes les λ-théories semi-sensibles. La sémantique indécomposable est incomplète d'un point de vue équationnel, et cette incomplétude est aussi large que possible: nous avons montré que pour chaque λ-théorie récursivement énumérable ϕ existe un continuum des λ-théories $\psi \geq \phi$ qui ne sont pas représenté dans la sémantique indécomposable.

4.2.4 Les algèbres de Church [25]

J'ai développé cette recherche en collaboration avec Manzonetto.

Inversement, le λ-calcul peut être appliqué avec profit à l'algèbre universelle. Nous avons généralisé des concepts venant du λ-calcul et de la programmation à l'algèbre universelle, et avons ainsi créé un parcours qui part du λ-calcul vers l'algèbre universelle et y retourne de nouveau.

1. Toutes les propriétés algébriques que nous avons montrées dans [27, 3] pour les algèbres combinatoires, sont vraies pour une classe d'algèbres plus large que nous avons appelée les algèbres de Church. *Les algèbres de Church* incluent, toutes les algèbres combinatoires et toutes les algèbres de λ-abstraction, toutes les algèbres booléennes et tous les anneaux avec unité. Elles modèlent l'instruction "if-then-else" de la programmation par deux constantes 0, 1 et un terme $\mathrm{if}(x, y, z)$ qui satisfait les identités:

   $$\mathrm{if}(1, x, y) = x; \quad \mathrm{if}(0, x, y) = y.$$

   Toute algèbre de Church a une algèbre de Boole d'éléments centraux qui peut être utilisé pour représenter l'algèbre de Church comme un produit booléen faible dérivé directement des algèbres indécomposables (p. ex. des algèbres qui ne peuvent être décomposées comme produit cartésien de deux autres algèbres non banales).

2. Nous généralisons la notion de λ-terme facile du λ-calcul (un λ-terme est facile sil est consistent de l'égaler à nimporte quel autre terme clos) et nous utilisons les éléments centraux pour démontrer que:

   (i) Chaque algèbre de Church qui a un ensemble facile de cardinal κ admet une congruence ϕ telle que (le réduit du treillis de) l'algèbre de Boole libre à κ-générateurs se plonge dans l'intervalle $[\phi) = \{\psi : \phi \subseteq \psi\}$;

   (ii) Si κ est un entier, cette plongement est un isomorphisme.

   (iii) Si κ est un cardinal infinie, cette plongement n'est jamais un isomorphisme.

   Ce théorème s'applique directement à toutes les algèbres booléennes, à tous les anneaux avec unité, a tous les algèbres combinatoires, etc... Cela a pour conséquence pour le treillis des λ-théories:

   (iv) Pour chaque λ-théorie ϕ récursivement énumérable il existe une suite de λ-théories $\phi_n \geq \phi$ ($n \in \mathbb{N}$) telle que $[\phi_n) = \{\psi : \phi_n \subseteq \psi\}$ est le treillis de Boole fini à 2^n éléments.

   C'est la première fois qu'un intervalle de $\lambda\mathcal{T}$ a été trouvé dont la cardinalité n'est pas 1, 2 ou $2^{\aleph_0}$.

3. La contribution à l'algèbre universelle est à l'étude des treillis des théories équationnelles et à une généralisation du Théorèm de Stone: en utilisant des algèbres de Church nous avons montré une *Méta-Version du Théorème de la représentation de Stone* qui s'applique à toutes les variétés des algèbres et non seulement à celles classiques. Toute variété V a une famille de sous-variétés "indécomposables" V_i $(i \in I)$ de V pour laquelle chaque algèbre de V est isomorphe à un produit booléen faible des algèbres de V_i $(i \in I)$.

4.3 La théorie des modèles du λ-calcul

Je me permets de citer l'introduction d'un article de Chantal Berline (Graph models of λ-calculus at work, and variations, Math. Struc. in Comp. Science, 2006): "In the last four years significant progress was brought in a series of papers, mainly by Antonino Salibra, whether alone or in collaboration with Bucciarelli, Lusin or the author. This makes it worthwhile to present in this paper the new state of the art on $\lambda\mathcal{T}$, reorganize the material, update the list of problems and present new ones, which we consider as very natural in view of the new picture".

Cette recherché a été développée en collaboration avec Chantal Berline (CNRS et Paris 7), Antonio Bucciarelli (Paris 7) et Giulio Manzonetto (Université Ca'Foscari, Paris 7, INRIA-Rocquencourt).

Les λ-théories sont soit engendré par des mèthodes syntactiques et effectives, soit comme thèories équationnelles $Th(\mathcal{M})$ de modèles $\mathcal{M}$ du λ-calcul. Un modèle $\mathcal{M}$ est *propre* si il n'est pas le modèle des termes de d'une λ-théorie. Il n'est possible de décrire syntactiquement qu'un nombre très limité de λ-théories. Toutes ces théories sont des variantes de la théorie des arbres de Böhm. Si $\mathcal{C}$ est une classe de modèles propres, $T \in \lambda\mathcal{T}$ est dite "*représentable dans* $\mathcal{C}$" si il y a un modèle $\mathcal{M} \in \mathcal{C}$ tel que $Th(\mathcal{M}) = T$. Notons $\lambda\mathcal{C}$ la classe des λ-theories représentable dans $\mathcal{C}$. In général, nous sommes intéressé à l'étude de ces questions:

Problème 1: Quel information sur la structure du treillis $\lambda\mathcal{T}$ peuvent nous donner les modèles du λ-calcul? Quel lien existe-t-il entre $\lambda\mathcal{T}$ et $\lambda\mathcal{C}$ (pour une classe $\mathcal{C}$ des modèles propres)?

Problème 2 (Honsell): Explorer si $\lambda\beta$ et $\lambda\beta\eta$ sont-elles des théories de modèles propres.

Problème 3 (Berline): Explorer si l'ensemble $\lambda\mathcal{C}$ ($\lambda\mathcal{C}_s$) des λ-theories (sensible) d'une classe intéressante $\mathcal{C}$ de modèles propres a un elément minimal.

4.3.1 Incomplétude [31, 32, 8, 27, 3]

Une sémantique $\mathcal{C}$ du λ-calcul est dite *équationnellement incomplète* s'il y a une λ-théorie qui n'est pas représentable comme la theorie d'un modèle de $\mathcal{C}$. Dans [31, 32, 8] j'ai introduit une nouvelle technique (basèe sous la topologie) qui peuvent démontrer de façon uniforme l'incomplétude de toutes les sémantiques dénotationnelles du λ-calcul qui ont été proposées jusqu'à maintenant, y compris la sémantique fortement stable dont incomplétude était conjecturée par Bastonero, Gouy et Berline. Cette technique est appliquée pour démontrer le résultat principal suivant:

(i) L'incomplétude de toute sémantique du λ-calcul dont les modèles sont partiellement ordonnés et ont un élément minimal.

D'autres résultats dans [8] sont:

(ii) Un théorème d'incomplétude pour les modèles partiellement ordonnés avec un nombre fini de composantes connexes;

(iii) Un théorème d'incomplétude pour les modèles topologiques, dont la topologie satisfait certains propriétés de connexion;

(iv) Un théorème de *complétude* pour les modèles topologiques, dont la topologie est non-triviale et métrisable.

En collaboration avec Manzonetto [27, 3], nous avons montré

(v) Un théorème d'incomplétude de la sémantique indécomposable (voir Section 4.2.3).

4.3.2 L'ordre-incomplétude [32, 8, 9]

L'existence d'une λ-théorie qui ne soit pas de la forme $Th(\mathcal{M})$ pour un $\mathcal{M}$ partiellement ordonné de façon non-triviale était un problème ouvert dû à Selinger ("Order-Incompleteness problem", 1996). Concernent ce problème j'ai montré les resultats partiels suivante:

(i) Il y a une λ-théorie qui n'est pas de la forme $Th(\mathcal{M})$ pour un $\mathcal{M}$ partiellement ordonné de façon non-triviale dont ordre a un nombre fini de composantes connexes [32, 8].

En donnant une reponse partielle à une question de Plotkin,

(ii) j'ai montré dans [8] l'existence d'une quasi-variété d'algèbres combinatoires qui sont absolument non-ordonnables. Un'autre classe de ce type a été characterisé avec Lusin [9].

4.3.3 Modèles de graphe du lambda calcul [28, 6, 29, 5, 26]

1. *Existence d'une λ-théorie minimale et maximale* ([5, 28, 29]): Une question intéressante est si, donnée une classe de modèles, il y a une λ-théorie minimale (λ-théorie sensible minimale, λ-théorie sensible maximale) représentées dans la classe (voir Problem 3). En collaboration avec Bucciarelli [28, 29, 5], j'ai donné une réponse positive à cette question pour la classe importante $\mathcal{G}$ des modèles de graphe.

   (i) Les classe $\mathcal{G}$ à une λ-théorie minimale, une λ-theorie sensible minimale et une λ-theorie sensible maximale. La théorie sensible maximale de $\mathcal{G}$ coïncide avec la λ-théorie des arbres de Böhm.

   (ii) Le λ-théorie minimale de $\mathcal{G}$ n'est pas $\lambda\beta$.

   Ce résultat répond négativement à un problème ouvert depuis longtemps (voir Problem 2).

   Un autre résultat moins important mais aussi intéressant est que toute équation entre termes résolubles, qui ont arbres de Böhm différents, est fausse dans tout modèle de graphe. Nous avons aussi montré que Il y a un ensemble de théories de graphe sensibles (de cardinalité $2^{\aleph_0}$) qui sont strictement incluses dans la théorie des arbres de Böhm B (ce résultat répond à une question de Berline).

2. *Forcing* [6]: En collaboration avec Berline, le méthod de forcing de Baeten et Boerboom a été généralisée pour montrer l'existence d'une séquence dénombrable infinie de lambda termes faciles qui peuvent être simultanément égalisés à n'importe quel autre séquence dénombrable infinie de lambda termes clos.

4.3.4 λ-théories de modèles effectifs [26, 4]

$\lambda\beta$ et $\lambda\beta\eta$ sont λ-théories équationnelles récursivement énumérable (r.e., en bref). Alors, en collaboration avec Berline et Manzonetto, nous avons commencée l'étude des λ-théories r.e. avec la question de l'existence d'un modèle effectif du lambda calcul ayant une théorie équationnelle r.e. La raison pour cette investigation est que toutes les modèles qui ont été introduit individuellement en littèrature sont effectifs. Les résultats suivants ont été trouvés:

(i) La théorie de l'ordre d'un modèle effectif ne peut pas etre r.e. et sa théorie équationnelle ne peut pas être $\lambda\beta$ et $\lambda\beta\eta$.

Je pense que ce résultat est très important parce que à ouvert la port à une solution possible de Problèm 2. Nous avons obtenu ces autres résultat:

(ii) Aucun modèle effectif vivant dans la sémantique stable de Berry ou fortement stable de Bucciarelli-Ehrhard a une théorie équationnelle r.e.

En ce qui concerne la sémantique continue de Scott, la classe de modèles de graphe a été étudiée et les résultats suivants ont été obtenu:

(iii) Il existe une théorie d'ordre minimale pour la classe des modeles de graphe (la reponse pour la théorie équationnelle etait déjà obtenu par Bucciarelli-Salibra);

(iv) La théorie équationnelle minimale et la théorie d'ordre minimale pour la classe des modeles de graphe est une théorie effectif;

(v) Toute théorie d'ordre d'un modèle de graphe n'est pas r.e.

4.3.5 $\lambda\beta\eta$ et les domaines de Scott [24]

Un problème ouvert depuis longtemps en λ-calcul (qui est une instance de Problème 2) est de savoir s'il existe un *cpo-modèle* du lambda calcul non typé (c-à-d, un objet réflexif dans la catégorie Cartésienne fermée CPO des ordres partiels complets et fonctions Scott continues) dont la théorie est exactement $\lambda\beta$ ou $\lambda\beta\eta$. En collaboration avec Alberto Carraro j'ai étudié la classe des domaines de Scott réflexifs, les modèles du λ-calcul qui vivent dans la sous-catégorie pleine et fermée des domaines de Scott. Le résultat principal qui nous avons obtenu est le suivant:

(i) La classe des domaines de Scott réflexifs extensionnels n'est pas complète pour le λ-calcul, c-à-d, il y a des équations qui ne sont pas dans $\lambda\beta\eta$ mais qui sont vraies dans tous les domaines de Scott réflexifs extensionnels.

En plus, nous avons isolé une classe particuliere de domaines de Scott réflexifs engendré par des trames qui sont certaines systèmes d'information de Scott. Nous avons appelé ces modèles *i-modèles* et nous avons montré que cette classe contenait tous les domaines de Scott réflexifs extensionnels, tous les modèles de filtres et tous les modèles cohérents pre-ordonnés qui vivent dans CPO. Nous avons montré que:

(ii) $\lambda\beta$ et $\lambda\beta\eta$ ne sont jamais la théorie équationnelle d'un i-modèle.

(iii) Aucune théorie de i-modèle ne peut être r.e.

5 Publications

Technical Reports

[1] A. Carraro, A. Salibra. "Easy lambda-terms are not always simple", presented at 12th Italian Conference on Theoretical Computer Science september 2010. (submitted to a special issue of RAIRO Informatique)

[2] A. Salibra, A. Ledda, F. Paoli and T. Kowalski. "Boolean algebras of arbitrary similarity type". forthcoming, 2010.

Journaux internationaux

[3] G. Manzonetto and A. Salibra, Applying Universal Algebra to Lambda Calculus, *Journal of Logic and Computation* Vol. 20, 877–915, 2010.

[4] C. Berline, G. Manzonetto and A. Salibra. Effective Lambda Models Versus Recursively Enumerable Lambda Theories. *Mathematical Structures in Computer Science* vol. 19(5), 897–942, 2009.

[5] A. Bucciarelli, A. Salibra, "Graph lambda theories", *Mathematical Structures in Computer Science*, Vol. 18, Issue 5, (2008), 975–1004.

[6] C. Berline, A. Salibra, "Easiness in graph models", *Theoretical Computer Science* vol. 354, Issue 1 (2006), 4–23.

[7] S. Lusin, A. Salibra, "The lattice of lambda theories". *Journal of Logic and Computation*, Vol. 14 n.3 (2004), 373–394.

[8] A. Salibra, "Topological incompleteness and order incompleteness of the lambda calculus" (Special Issue LICS'01), *ACM Transactions on Computational Logic* vol. 4 (2003), 379–401.

[9] S. Lusin, A. Salibra, "A note on absolutely unorderable combinatory algebras", *Journal of Logic and Computation*, Vol. 13 n.4 (2003), 481–582.

[10] A. Salibra "Nonmodularity results for lambda calculus", *Fundamenta Informaticae*, vol. 45 (2001), 379–392.

[11] A. Salibra "On the algebraic models of lambda calculus", *Theoretical Computer Science*, vol. 249 (2000), 197–240.

[12] A. Salibra, R. Goldblatt, "A finite equational axiomatization of the functional algebras for the lambda calculus", *Information and Computation* vol. 148 (1999), 71–130

[13] D. Pigozzi, A. Salibra, "Lambda abstraction algebras: coordinatizing models of lambda calculus", *Fundamenta Informaticae* vol. 33 (1998), 149–200.

[14] A. Salibra, G. Scollo, "Interpolation and Compactness in categories of pre-institutions", *Mathematical Structures in Computer Science* vol. 6 (1996), 261–286.

[15] D. Pigozzi, A. Salibra, "The abstract variable-binding calculus", *Studia Logica*, vol. 55, n. 1 (1995), 129–179.

[16] D. Pigozzi, A. Salibra, "Lambda abstraction algebras: representation theorems", *Theoretical Computer Science*, vol. 140 (1995), 5–52.

[17] V. Manca, A. Salibra, "Soundness and Completeness of the Birkhoff Equational Calculus for Many-sorted Algebras with Possibly Empty Carrier Sets", *Theoretical Computer Science* vol. 94 (1992), 101–124.

[18] V. Manca, A. Salibra, G. Scollo, "Equational Type Logic", *Theoretical Computer Science* vol. 77 (1990), 131–159.

[19] V. Manca, A. Salibra, "First-order Theories as Many-sorted Algebras", *Notre Dame Journal of Formal Logic* vol. 25 (1984), 86–94.

Proceedings de conférences internationales

[20] A. Carraro, T. Ehrhard, A. Salibra. "Resource Combinatory Algebras", 35th International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS'10), LNCS 6281, 233–245, Springer, 2010.

[21] A. Carraro, T. Ehrhard, A. Salibra. "Exponentials with infinite multiplicities", *Proc. of 19th EACSL Annual Conference on Computer Science and Logic* (CSL'10), LNCS 6247, 170-184, Springer, 2010.

[22] A. Bucciarelli, A. Carraro, T. Ehrhard, A. Salibra. On Linear Information Systems. *First International Workshop on Linearity* (Linearity'09), Coimbra, Portugal, 2009. EPTCS 22, 2010, pp. 38-48.

[23] G. Manzonetto and A. Salibra. Lattices of equational theories as Church algebras. Proceedings of *Seventh Panhellenic Logic Symposium*, July 15-19, 2009, Patras, Greece.

[24] A. Carraro and A. Salibra. Reflexive domains are not complete for the extensional lambda-calculus. *Proceedings of 24st Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science* (LICS'09), Los Angeles, USA, August 11th–14th, 2009. IEEE Computer Society Publications, 2009.

[25] G. Manzonetto and A. Salibra, From Lambda Calculus to Universal Algebra and Back, *Proceedings of 33rd International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science*, Torun, Poland, August 25-29, 2008. LNCS 5162, 479–490, Springer, Berlin, 2008.

[26] C. Berline, G. Manzonetto, A. Salibra, "Lambda theories of effective lambda models", *Proc. of 16th EACSL Annual Conference on Computer Science and Logic (CSL'07)*, LNCS 4646, pp. 268-282, Springer, 2007.

[27] G. Manzonetto, A. Salibra, "Boolean algebras for lambda calculus", *Proceedings of 21st Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science* (LICS'06), Seattle, Washington, USA, August 12th–15th, 2006. IEEE Computer Society Publications, 2006.

[28] A. Bucciarelli, A. Salibra, "The sensible graph theories of lambda calculus", *Proceedings of 19th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science* (LICS'04), Turku, Finland, July 13–18, 2004, IEEE Computer Society Publications (2004), 276–285.

[29] A. Bucciarelli, A. Salibra "The minimal graph model of lambda calculus", *Proc. 27th International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science*, *LNCS 2747*, Springer (2003), 300-307.

[30] A. Salibra "Lambda calculus: models and theories" (Invited Lecture), Proceedings of the *Third AMAST Workshop on Algebraic Methods in Language Processing* (AMiLP-2003), F. Spoto, G. Scollo and A. Nijhol eds., TWLT Proceedings Series n.21, University of Twente (2003), 39-54.

[31] A. Salibra "A continuum of theories of lambda calculus without semantics", *Proceedings of 16th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science* (LICS'01), Boston, USA, June 16–19, 2001, IEEE Computer Society Publications (2001), 334-343.

[32] A. Salibra "Towards lambda calculus order-incompleteness", *Workshop on Böhm theorem: applications to Computer Science Theory (BOTH 2001)*, Electronics Notes in Theoretical Computer Science Vol. 50 No. 2, Elsevier Science B, V. (2001), 147–160.

[33] A. Salibra "On categorical frames, universal algebra and Boolean algebras with operators in a category" (Invited Lecture), *Proc. Workshop on Abstract Algebraic Logic* Bellaterra, Spain, July 1–5, 1997. (J. Font, R. Jansana, D. Pigozzi eds.), CRM Quaderns num. 10/ gener (1998), 176–185.

[34] A. Salibra, "The variety of lambda abstraction algebras does not admit n-permutable congruences for all n", *4th International Seminar RelMiCS*, (Ewa Orlowska and Andrzej Szalas eds.), Warsaw, Poland, Septermber 14-20, 1998.

[35] D. Pigozzi, A. Salibra, "Dimension-complemented lambda abstraction algebras", *Proc. 3rd International Conference on Algebraic Methodology and Software Technology* (AMAST'93), Enschede, Olanda, 21–25 June 1993, (M. Nivat, C. Rattray, T. Rus, G. Scollo eds.), Workshops in Computing, Springer, London (1994), 131–138.

[36] D. Pigozzi, A. Salibra, "A representation theorem for lambda abstraction algebras", *Proc. 18th International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science*, (A.M. Borzyszkowski, S. Sokolowski eds.) *Lecture Notes in Computer Science* vol. 711, Springer (1993), 629–639.

[37] A. Salibra, G. Scollo, "A soft stairway to institutions", *Recent Trends in Data Type Specification*, (M. Bidoit, C. Choppy eds.), *Lecture Notes in Computer Science* vol. 655, Springer (1993), 310–329.

[38] D. Pigozzi, A. Salibra, "Introduction to lambda abstraction algebras", Proceedings of the IX Latin American Symposium on Mathematical Logic, (Baha Blanca, 1992) *Notas de Logica Matematica* vol. 38 (1993), 93–112.

[39] V. Manca, A. Salibra, G. Scollo, "On the Expressiveness of Equational Type Logic", *Proc. Conference on The Unified Computation Laboratory: Modelling, Specifications and Tools*, (C.M.I. Rattray, R.G. Clarke eds.), Oxford University Press (1992), 85–100.

[40] V. Manca, A. Salibra, "Equational Calculi for Many-sorted Algebras with Empty Carrier Sets", *Proc. 15th International Symposium on Mathematical Foundation of Computer Science* (MFCS'90), (B. Rovan ed.), *Lecture Notes in Computer Science* vol. 452, Springer (1990), 423–429.

[41] V. Manca, A. Salibra, G. Scollo, "On the nature of TELLUS (a Typed Equational Logic Look over Uniform Specification)", *Proc. 14th International Symposium on Mathematical Foundation of Computer Science* (MFCS'89), (A. Kreczmar, G. Mirkowska eds.), *Lecture Notes in Computer Science* vol. 379, Springer (1989), 338–349.

[42] V. Manca, A. Salibra, G. Scollo, "DELTA: a Deduction system integrating Equational Logic and Type Assignment", *Proc. of the first International Conference on Algebraic Methodology and Software Technology*, Iowa City, Iowa, May 23–25 (1989), 137–140.

Articles dans des livres

[43] A. Salibra, G. Scollo, "Compactness and Löwenheim-Skolem properties in pre-institution categories", *Algebraic Methods in Logic and in Computer Science*, (C. Rauszer ed.), *Banach Center Publications* vol. 28, Inst. Math. Polish Acad. Sci., Warszawa (1993), 67–94.

[44] D. Pigozzi, A. Salibra, "Polyadic algebras over non-classical logics", *Algebraic Methods in Logic and in Computer Science*, (C. Rauszer ed.), *Banach Center Publications* vol. 28, Polish Academy of Sciences, Warszawa (1993), 51–66.

[45] A. Salibra, "A General Theory of Algebras with Quantifiers", *Algebraic Logic*, (H. Andréka, J.D. Monk, I. Németi eds.), *Colloq. Math. Soc. J. Bolyai* vol. 54, North-Holland Publishing Co., Amsterdam (1991), 573–620.

[46] V. Manca, A. Salibra, "On the Power of Equational Logic: Applications and Extensions", *Algebraic Logic*, (H. Andréka, J.D. Monk, I. Németi eds.), *Colloq. Math. Soc. J. Bolyai* vol. 54, North-Holland Publishing Co., Amsterdam (1991), 393–412.

Livres

[47] S. Antonelli, V. Manca, A. Salibra, "Logica del Primo Ordine", *Editrice Tecnico Scientifica*, Pisa, 1983.

[48] S. Antonelli, V. Manca, A. Salibra, "Logica", *Editrice Tecnico Scientifica*, Pisa, 1981.

Proceedings de conférences Italiennes

[49] A. Salibra, "Universal Algebraic Semantics", *Atti degli Incontri di Logica Matematica*, Università di Siena, Siena, 1986.

[50] V. Manca, A. Salibra, "Algebra Universale e Logica in Computer Science", *Atti degli Incontri di Logica Matematica*, Università di Siena, Siena, 1982.

Résumés

[51] A. Salibra, "Boolean algebras and lambda calculus (abstract)", International Conference on Algebraic and Topological Methods in Non-Classical Logics III (TANCL'07), University of Oxford, Oxford, England, August 5-9, 2007. http://atlas-conferences.com/cgi-bin/abstract/caug-81

[52] A. Salibra, "Algebra and topology in lambda calculus (abstract)", accepted as one of the ten Plenary Presentations at *International Conference on Order, Algebra and Logics*, Nashville, USA, June 12-17, 2007. http://www.math.vanderbilt.edu/ oal2007/viewabstracts.php

[53] A. Salibra, G. Scollo, "A reduction scheme by pre-institution transformations" (abstract), *Journal of Symbolic Logic* vol. 58 (1993), 1130–1131.

[54] V. Manca, A. Salibra, G. Scollo, "Introducing equational type logic" (abstract), *Journal of Symbolic Logic* vol. 56 (1991), 1132.