

HISTOIRE DE L'INFORMATIQUE À TOULOUSE : QUELQUES REPÈRES*¹

Par Luis FARIÑAS DEL CERRO²

Introduction

Dans l'histoire des sciences, assister à la naissance d'une nouvelle discipline est un privilège rare. L'informatique en est un exemple récent remarquable. Il faut se rappeler que la caractérisation de notion de calculabilité ou l'apparition des premiers ordinateurs datent de la fin de la moitié du siècle dernier. Nous avons été spectateurs du développement extraordinaire d'un nouvel outil permettant non seulement d'enrichir nos capacités physiques mais également d'élargir nos capacités intellectuelles. En d'autres termes, l'ordinateur est devenu l'extension de notre cerveau.

Le commencement

Le choix du moment où situer le commencement de l'histoire de l'informatique à Toulouse est certainement subjectif. Je l'établis en 1947, date de la publication du manuel de mathématiques, écrit par H. Bouasse, physicien en hydrodynamique et acoustique, et faisant référence à des méthodes de calcul [1]. Par ailleurs, R. Huron avait été

* Communication à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse le 26 février 2015.

¹ Nous allons tracer le commencement de l'informatique à Toulouse du point de vue de la recherche. Ce texte est centré sur les aspects historiques de l'informatique relatifs à la recherche, d'autres aspects comme ceux qui concernent les moyens de calcul en rapport avec le développement industriel de la région, le Cerfacs par exemple, mériteraient d'être traités dans un autre texte.

² Institut de Recherche en Informatique de Toulouse.
Directeur de Recherche au CNRS - E-mail : luis.farinas@irit.fr -
<http://www.irit.fr/~Luis.Farinas/>

recruté en 1945, à la demande des physiciens, pour développer les mathématiques à Toulouse. Il assurait les cours de mathématiques appliquées et s'intéressait à la résolution automatique des systèmes linéaires. Ces deux enseignants-chercheurs peuvent être considérés comme les pionniers des méthodes de calcul à Toulouse.



Emile Durand

L'arrivée en 1949 du physicien et spécialiste du calcul numérique E. Durand, élève de L. de Broglie, change complètement le panorama. Ses connaissances en physique et en calcul numérique vont avoir une influence majeure dans le développement de l'informatique. Il publie en 1960 un traité sur la solution numérique des équations algébriques qui devient une référence nationale et internationale [2] [3].

E. Durand est certainement le premier enseignant-chercheur qui prend conscience de l'importance de cette nouvelle science qui est en train de naître.

Ses nombreux voyages à l'étranger lui permettent d'avoir une vision claire des nouveaux développements de l'informatique dans le monde. En 1957, il devient président du Comité qui administrent les fonds de recherche de l'Institut Européen de Calcul Électronique créé par IBM à Paris. Il fonde l'Institut de Calcul Numérique et fait installer à la Faculté des Sciences de Toulouse, dont il est le doyen, le premier ordinateur IBM 650. En 1959, cette machine est remplacée par un ordinateur plus puissant, l'IBM 7070.

Les besoins en calcul sont très importants dans plusieurs domaines de la physique, par exemple en optique électronique, au sein du laboratoire dirigé par G. Dupuy, directeur du CNRS en 1950. Ce contexte applicatif favorise l'évolution de l'informatique à Toulouse,

alors que Paris et Grenoble développent ce même domaine sous l'influence des mathématiques. Ces villes peuvent être considérées comme les grands pôles de l'informatique en France, aussi bien par la mise en place de formations que par le nombre de machines dont ils disposent.



Calculateur IBM 650

Les premiers laboratoires de recherche

Le successeur d'E. Durand, dans le domaine du calcul numérique, est M. Laudet, qui peut être considéré comme le premier informaticien de Toulouse. Il faut souligner que les travaux de M. Laudet en 1955, sont les premiers publiés en calcul numérique dans les Annales de la Faculté des Sciences. Sa thèse, sous la direction d'E. Durand, soutenue en 1958, traite du calcul numérique en optique électronique, appliquée à la médecine.



Michel Laudet

J. Lagasse crée en 1955 le **LAAS** (Laboratoire d'Automatique et de ses Applications Spatiales) et s'intéresse au génie électrique dans ses recherches sur les servo mécanismes. Il devient le premier directeur du Département des Sciences pour l'Ingénieur au CNRS.



Jean Lagasse

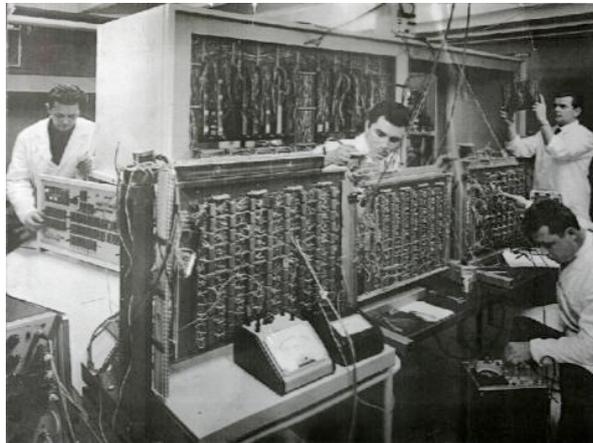
Dès la fin des années cinquante, sous l'impulsion d'E. Durand, M. Laudet et J. Lagasse, les premiers cours d'informatique commencent à se mettre en place. Des enseignements de la section de mathématiques appliquées de l'ENSEEHT (Ecole Nationale Supérieure d'Electronique et d'Hydraulique de Toulouse) et de la Faculté des Sciences sont proposés autour de l'optimisation, de l'approximation, de l'informatique numérique, de la structure des données, de la programmation ou de l'architecture des machines. Ces formations sont complétées par des cycles de conférences données par des ingénieurs de l'industrie informatique et du grand Centre de Calcul de Sud Aviation. Cet ensemble de formations témoigne de la richesse de l'informatique toulousaine dans les années soixante.

Un événement important qui aura plus tard une grande influence dans le développement de l'informatique est la création de la CAB 500 (Calculatrice Arithmétique Binaire), construite en 1961 par la société SEA (Société d'Electronique et d'Automatique).



CAB 500 – Calculatrice Arithmétique Binaire

Une des originalités de l'informatique toulousaine est la construction du premier ordinateur appelé CAT (Calculatrice Arithmétique de Toulouse), basée sur la CAB 500.



CAT – Calculatrice Arithmétique de Toulouse

En 1963, M. Laudet crée le Centre d'Informatique de Toulouse (CIT) qui devient le premier laboratoire de recherche, composé de quatre équipes autour de :

- l'analyse numérique, dirigée par R. Lapeyre,
- l'informatique non-numérique et de la recherche opérationnelle, dirigée par M. Laudet,
- la structure logique et technologies des machines, dirigée par R. Beaufils,

- des machines analogiques et hybrides, dirigée par M. Laborie.

Cette organisation préfigure l'évolution de l'informatique sur le site, en particulier avec l'importance de l'architecture des machines.

Cette période est majeure et décisive : plusieurs travaux de thèse se réalisent, notamment celui de G. Bazerque, première thèse en France décrivant un système d'exploitation. En 1969, le CIT compte plus d'une centaine de membres. Nous pouvons affirmer que nous sommes dans la première structuration de l'informatique toulousaine.

M. Laudet devient en 1967 le premier directeur de l'IRIA (Institut de Recherche en Informatique et Automatique) créé dans le cadre du Plan Calcul. En 1979, l'IRIA devient l'Institut National de Recherche en Informatique et Automatique (INRIA).

En 1966, naît l'IUT (Institut Universitaire Technologique) d'Informatique dédié à la gestion et à l'informatique de gestion. L'IUT est d'abord accueilli dans les locaux de l'INSA. A la demande de M. Laudet, G. Perennou et S. Castan organisent les enseignements à l'IUT.



Guy Perennou



Serge Castan

Dans un esprit d'ouverture vers le monde industriel et vers de nouvelles thématiques, M. Laudet invite des ingénieurs du CNET à dispenser des cours dans les différentes formations. Les contenus des cours enrichissent davantage la partie matérielle, versus Paris et Grenoble plus centrés sur le logiciel.

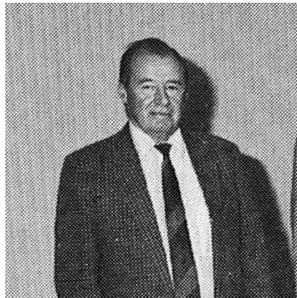
F. Rosenblatt, dans le laboratoire d'Aéronautique de l'Université de Cornell, en s'appuyant sur les travaux de F. Hayek et D. Hebb sur les réseaux des neurones, définit le « perceptron ». En se basant sur ces idées, G. Perennou et S. Castan développent un modèle de « perceptron » avec des applications dans le domaine médical, dans la

communication orale homme-machine et dans l'imagerie. Ils soutiennent leurs thèses en 1968.

De nouveaux laboratoires de recherche

En 1969, l'Université de Toulouse 3 (Paul Sabatier) est créée. Une année plus tard, R. Beaufils met en place un nouveau laboratoire d'informatique, qui prend le nom de **LSI** (Laboratoire de Langages et Systèmes Informatiques). Il sera associé au CNRS en tant que ERA (Equipe de Recherche Associée). Le laboratoire est organisé autour de grandes thématiques :

- Informatique fondamentale, dirigée par J. Vignolle,
- Images, dirigée par A. Bruel,
- Architecture de Machines, dirigée par R. Beaufils,
- Génie logiciel, dirigé par M. Galinier,
- Systèmes informatiques, dirigé par C. Betourné.

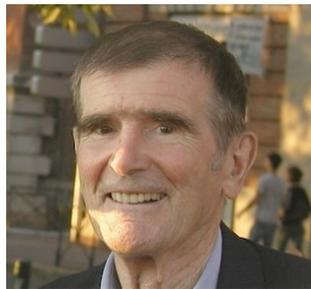


René Beaufils

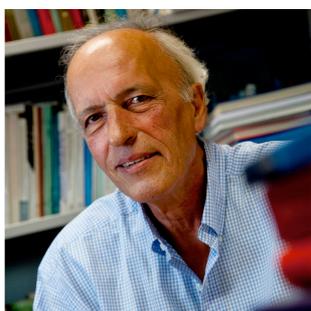
Quelques années plus tard un autre laboratoire, le **CERFIA** (Cybernétique des Entreprises, Reconnaissance de Formes et Intelligence Artificielle), qui devient aussi un ERA est fondé par S. Castan, G. Perennou et J. Luguët au sein de l'IUT. Trois grandes thématiques y sont développées :

- l'informatique de gestion, animée par J. Luguët,
- la reconnaissance des formes, animée par S. Castan,
- la reconnaissance de la parole, animée par G. Perennou.

En 1974, G. Giralt, co-fondateur du LAAS, après un séjour à l'Université de Berkeley, fonde au LAAS le groupe de Robotique et Intelligence Artificielle qui aura une influence majeure dans le développement de la robotique en France [4]. G. Giralt a la vision et l'enthousiasme nécessaires pour développer une thématique très novatrice à cette époque. Il comprend l'importance pour ce domaine de l'intégration de technologies et des méthodes [13].



George Giralt



Jean-Claude Laprie

D'autres aspects de l'informatique sont aussi en plein développement au LAAS. J.C. Laprie met en place une équipe sur la tolérance aux fautes et la sécurité de fonctionnement des systèmes informatiques, thématique qui avait été le sujet de sa thèse. M. Diaz crée quant à lui un groupe de recherche sur les systèmes de communication.

Toulouse devient par son histoire et par l'impulsion de R. Beaufils un centre de compétences très visible en architecture des machines. Le LSI organise autour de D. Litaize un groupe de recherche très actif en architecture. Plusieurs machines spécifiques dédiées à des langages de programmation sont alors construites. Cobol, Lisp (J. P. Sansonnet) ou Prolog (C. Percebois) sont des exemples de ces langages.

Une activité forte en ingénierie du logiciel est réalisée par M. Galinier. Le génie logiciel devient très utile pour l'industriel qui a besoin de modéliser et d'automatiser des systèmes très complexes.

L'informatique bénéficie alors d'une expansion majeure aussi bien dans le milieu académique que dans l'industrie. Elle se développe fortement dans les trois laboratoires (LSI, CERFIA et LAAS) mais aussi dans les rapports recherche-industrie.

De nouvelles équipes élargissant le champ des compétences scientifiques apparaissent dans les différents laboratoires. Au LSI, une équipe en intelligence artificielle est mise en place par H. Farreny, H. Prade et M. Cayrol, en collaboration avec D. Dubois [11]. Cette équipe devient une référence sur différents aspects de l'Intelligence Artificielle. Un autre groupe voit le jour sur la réalité virtuelle, dirigé par R. Caubet en collaboration avec M. Laborie. Grâce à la vision de J. Vignolle et à l'arrivée de P. Sallé et F. Rodriguez se développe une activité en informatique théorique, en particulier en lambda calcul et en grammaires formelles. A. Bruel crée à l'ENSEEIH (Ecole Nationale Supérieure d'Electronique, d'Informatique et d'Hydraulique de Toulouse) un groupe sur la vision par ordinateur. C. Betourné amène au LSI ses compétences sur les systèmes informatiques, activité complémentaire à celles de l'informatique théorique, et qui permet de démarrer des recherches sur la modélisation des systèmes parallèles et sur la vérification formelle des programmes. L'activité de Mathématiques Appliquées à l'ENSEEIH autour de J. Noailles continue à se développer avec une composante sur l'algorithmique pour l'algèbre linéaire creuse et l'optimisation. De nombreuses applications sont réalisées. L'équipe couvrira aussi dans le temps des thématiques comme l'algorithmique parallèle, la fouille des données, la simulation ou l'assimilation des données et a une production de logiciels très importante.

Au début des années quatre-vingt, deux nouvelles équipes s'y ajoutent :

- l'une créée par M. Borillo sur les Sciences Cognitives [15], très en vogue aux USA mais encore à ses débuts en France,
- l'autre par L. Fariñas del Cerro sur les applications de la logique modale en intelligence artificielle, en théorie de la programmation et en bases des données [12].

Au CERFIA, une nouvelle activité est apportée par C. Chrisment autour des systèmes d'information. Les recherches sur la vision par ordinateur et la reconnaissance de la parole continuent de progresser.

Au LAAS, une forte activité sur les robots mobiles se développe. Le monde industriel s'implique davantage en sûreté de fonctionnement et de nouveaux protocoles sont étudiés pour les

réseaux informatiques. De nouvelles thématiques apparaissent, comme par exemple :

- l'identification ou la détermination des causes d'une défaillance dans des systèmes complexes,
- la vérification des systèmes temporisés critiques,
- le calcul distribué ou l'ingénierie des systèmes.

Au **DTIM** (Département, Traitement de l'Information et Modélisation) de l'ONERA [6], sous l'impulsion de H. Gallaire et avec la collaboration de R. Demolombe et J-M. Nicolas, s'initie un projet très ambitieux intitulé « Logique et Bases de Données » [10], projet



qui fera référence sur l'utilisation de la logique pour la modélisation et la formalisation des bases des données. R. Jacquart [16] et son groupe poursuivent des recherches sur les méthodes formelles appliquées au génie logiciel. G. Eizenberg anime un groupe sur la détection des intrusions dans les systèmes informatiques.

A Toulouse 1 (Capitole), M-F. Barthet construit un groupe de recherche sur les interactions homme-machine.

L'informatique se développe aussi à Toulouse 2 (Jean Jaurès), comme dans l'ensemble des universités. Le même département abrite les mathématiques et l'informatique.

Les universités commencent à construire des structures de services informatiques autour d'ordinateurs puissants. Le **CICT** (Centre Interuniversitaire de Calcul de Toulouse) est créé en 1972. L'une de ses missions est d'apporter son concours à la gestion administrative et comptable des universités. Le CICT intègre en son sein l'ancien atelier de mécanographie à cartes perforées comme Centre de Gestion. La direction du CICT, nouvel instrument dans le paysage toulousain, est assurée par G. Perennou.

Suite à cette période de grand foisonnement thématique, la nécessité d'une nouvelle organisation de l'informatique toulousaine apparaît essentielle. Sous l'influence du CNRS, la création d'un nouveau laboratoire structurant une grande partie de l'informatique de la région devient possible.

Nouvelle structuration de la recherche

En 1990, l'**IRIT** (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse) [7] est une réalité. Sous la direction de J. Vignolle, avec J. Noailles en tant que directeur adjoint, la fusion du LSI, du CERFIA et du Laboratoire d'Informatique de Toulouse aboutit à l'IRIT, qui est une UMR (Unité Mixte de Recherche) entre le CNRS, l'Université Paul Sabatier et l'Institut Polytechnique de Toulouse. Il rassemble plus de 200 membres et se dote d'une organisation en départements. Trois départements constituent l'ossature du laboratoire :

- Informatique fondamentale,
- Intelligence artificielle,
- Traitement de l'information.

Ces trois départements sont adossés à trois DEA (Diplôme d'Etudes Approfondies) de l'Ecole Doctorale Informatique et Télécommunication (EDIT), ce qui permet de rendre cohérente l'organisation de la recherche avec celle de la formation.

Cette période est fondamentale dans la structuration de l'informatique. Le laboratoire permet d'organiser la variété des thématiques de recherche ainsi que sa croissance et clarifie le rôle des institutions dans la gouvernance du laboratoire. De nouvelles thématiques de recherches apparaissent, par exemple Ph. Aigrain constitue une équipe de recherche sur l'indexation multimédia, en particulier sur la segmentation en plans et les interfaces homme-machine pour la recherche d'information multimédia. Ces thématiques bénéficieront par la suite des nouveaux recrutements qui permettront d'accroître la visibilité de l'IRIT et d'amplifier les coopérations avec les sciences sociales et humaines. Des relations approfondies avec l'industrie sont établies, par exemple avec MATRA autour du laboratoire mixte ARAMIISH (Action de Recherche et Applications MATRA-IRIT en Interface Home Système).

Sous l'impulsion de J. Vignolle, l'IRIT se dote en 1995 d'un conseil scientifique indispensable à la maîtrise de l'évolution des nouvelles thématiques de recherche et ses applications de plus en plus nombreuses.



Jean Vignolle

L. Fariñas del Cerro devient directeur de l'IRIT, de 1998 à 2011, avec G. Padiou en tant que directeur adjoint, puis C. Chrisment et enfin M. Daydé [5]. Durant cette période, une structuration scientifique et organisationnelle est mise en place.

De nouvelles équipes et thématiques, comme les télécommunications autour de C. Fraboul ou le traitement du signal animé par F. Castanié, élargissent les compétences de l'IRIT. P. Dalle impulse une activité sur la modélisation informatique du langage des signes. L'arrivée de N. Asher permet aussi de renforcer les activités sur la modélisation et l'automatisation du langage naturel.

Une augmentation très significative des effectifs s'opère, près de 700 membres composent l'IRIT. Les Universités Toulouse 1 et Toulouse 2 deviennent partenaires officiels du laboratoire.

La recherche se réorganise autour de sept thèmes et de quatre axes stratégiques.

Les thèmes sont :

- Analyse et synthèse de l'information
- Indexation et recherche d'informations
- Interaction, coopération, adaptation par l'expérimentation
- Raisonnement et décision
- Modélisation, algorithmes et calcul haute performance
- Architecture, systèmes et réseaux
- Sureté de développement du logiciel

Et les axes stratégiques sont :

- Systèmes embarqués critiques
- Systèmes sociotechniques ambiants
- Systèmes informatiques pour la santé et l'autonomie
- Masses de données et calcul

Les activités informatiques au LAAS [8] s'organisent en quatre axes stratégiques :

- Informatique critique
- Réseaux des communications
- Robotique et intelligence artificielle
- Décision et optimisation

Le LAAS compte aussi autour de 700 membres. Le LAAS et l'IRIT font de Toulouse, en ce qui concerne les activités en Informatique et plus généralement en Sciences de l'Information et de la Communication, l'un des pôles les plus importants en France.

Le Calcul scientifique

Dès 1992, il est constaté la nécessité de développer le calcul intensif dans les établissements universitaires. En 1994, le calcul scientifique dans le milieu académique en Midi-Pyrénées se structure en un Groupement Scientifique appelé **CALMIP** (Calcul en Midi-Pyrénées) [9], rassemblant plus d'une trentaine de laboratoires de la région. Sous l'impulsion de Y. Raynaud, alors directeur du CICT, le premier supercalculateur « Magellan » est disponible pour la communauté scientifique en 1999. Un grand nombre de projets bénéficient de la puissance de cet outil de calcul. Grâce aux capacités fournies par le calcul intensif, de nouveaux problèmes de recherche, dans les différentes communautés scientifiques, ont pu être résolus. Plusieurs extensions du supercalculateur sont apportées par la suite, faisant de Toulouse un méso-centre régional de productions multithématiques. Plus tard, CALMIP devient une UMS (Unité Mixte de Services) avec le CNRS et l'Université de Toulouse comme partenaires.

Liens entre les laboratoires de recherche

J.C. Laprie (LAAS), L. Fariñas del Cerro (IRIT) et R. Jaquart (DTIM) s'accordent pour porter un projet de Fédération de Recherche entre les trois laboratoires. La fédération, appelée **FERIA** (FÉdération de Recherche en Informatique et Automatique), permet de développer des synergies sur plusieurs thématiques, en particulier sur la

vérification du logiciel. Après ce premier chantier, suivent d'autres actions de collaborations, comme la création de deux nouveaux laboratoires communs recherche-industrie :

- Airsys (Architecture et Ingénierie des Systèmes) en collaboration avec Airbus et les trois laboratoires de la Fédération de Recherche,
- Autodiag, laboratoire commun, sur le diagnostic dans le domaine de l'automobile, ayant comme partenaires le LAAS, l'IRIT et l'industriel ACTIA.

Ces deux laboratoires communs voient le jour durant le mandat de M. Ghallab comme directeur du LAAS.

Parallèlement, un grand nombre de collaborations entre l'IRIT et le LAAS se multiplient aussi bien dans le domaine de la science que dans l'organisation d'événements.

L'informatique et les mathématiques partagent de plus en plus de thèmes de recherche comme la vision, la logique, la construction du sens dans les grandes masses de données par des méthodes aléatoires ou les méthodes de calcul. Ceci conduit à leur rapprochement. Une Fédération de Recherche animée par M. Masmoudi se crée en 2007, appelée **FREMIT** (Fédération de Recherche en Mathématiques et en Informatique de Toulouse) entre l'IMT (Institut des Mathématiques de Toulouse), ayant comme directeur M. Ledoux et P. Degond comme directeur adjoint, et l'IRIT. Les thématiques de recherche couvertes par la fédération sont la cryptographie, le codage, l'imagerie, le traitement d'images, l'exploration des grandes masses de données, la théorie des graphes et les équations aux dérivées partielles.

Ce rapprochement sera moteur dans la création du Centre International de Mathématiques et Informatique de Toulouse (**CIMI**) [17], centre qui développe des actions fortes d'attractivité en invitant essentiellement des experts scientifiques en mathématiques, informatique ou en interactions entre les deux disciplines, dans le cadre des « trimestres thématiques ». Les exemples sont ceux sur l'apprentissage, l'imagerie, la théorie des jeux, le calcul haute-performance ou les probabilités imprécises.

L'Agence National de la Recherche retient CIMI comme projet d'excellence LabEx de 2012 à 2020. D'abord dirigé par M. Ledoux, c'est aujourd'hui Ch. Besse qui occupe cette fonction.

L'international

Les recherches toulousaines en sciences de l'information et de la communication, et plus particulièrement celles de l'informatique, jouent un rôle majeur en France et aussi dans un contexte international. Ses nombreuses publications dans les meilleurs congrès et journaux en sont la preuve. Elles couvrent l'ensemble des thématiques de recherche.

La communauté de Toulouse joue également un grand rôle par les projets internationaux auxquels elle participe et par le grand nombre d'échanges de chercheurs.

Dans un contexte plus structurel, elle participe à la mise en place des laboratoires communs de recherche avec d'autres organismes et universités étrangères. Des exemples de ce type de coopérations internationales sont les laboratoires suivants :

- JRL (Joint Robotic Laboratory), au Japon,
- LIREP (French-Spanish Lab for Advanced Studies in Information and Processing) en Espagne,
- ILIKS (Interdisciplinary Laboratory of Interacting Knowledge Systems), en Italie.

Les coopérations qui soutiennent ces laboratoires font croître sans aucun doute le rayonnement de l'informatique de la région.

Le présent

L'informatique toulousaine a suivi tout au long de son histoire de grandes transformations, s'adaptant à l'évolution de la discipline, mais aussi à celle des nouvelles demandes de la société. L'IRIT, sous la direction actuelle de M. Dayde, et le LAAS, sous celle de J. Arlat, continuent de répondre aux multiples défis, en particulier au niveau de notre région, autour de la santé, l'avionique ou l'agroalimentaire.

L'informatique est devenue un outil indispensable aux autres disciplines mais aussi à l'ensemble des activités de l'homme.

Les avancées scientifique et technologique de l'informatique [14] nous permettent de disposer d'informations facilement accessibles et de plus en plus sûres. Parallèlement, elles nous obligent à de grands changements dans nos habitudes. Nous devons donc développer

d'avantage nos capacités d'adaptation. Elles portent aussi une responsabilité dans l'apparition de nouvelles questions juridiques, celle notamment de la caractérisation de la propriété de l'information.

L'informatique toulousaine est consciente de ses défis et elle met en place des modes de réflexion, des moyens scientifiques et des méthodes d'organisation pour permettre de s'attaquer à l'ensemble des challenges que nous pose aujourd'hui l'informatique.

Remarque

Les personnes citées dans ces pages ne représentent qu'une partie de ceux qui ont contribué au développement et au rayonnement de l'informatique toulousaine. Ils ne se justifient que dans mon choix subjectif des grands moments de cette histoire.

RÉFÉRENCES

- [1] Bouasse H. *Cours de Mathématiques générales*. Paris : Delagrave, 1947.
- [2] Durand E. *Solutions numériques des équations algébriques*. Paris : Masson, 1960.
- [3] Mounier-Kuhn P. E. *L'Informatique en France, de la seconde guerre mondiale au plan calcul. L'émergence d'une science*. Paris : PUF, 2010.
- [4] La lettre du LAAS
- [5] Noir sur Blanc, lettre d'information de l'IRIT
- [6] <http://www.onera.fr/dtim>
- [7] <http://www.irit.fr/>
- [8] <http://www.laas.fr/>
- [9] <https://www.calmip.univ-toulouse.fr/>
- [10] Gallaire H., Minker J. and Nicolas J.M. *Advances in Data Base Theory*. Vol. 1, 2. Springer.
- [11] D. Dubois and H. Prade, H. *Possibility Theory: An Approach to Computerized Processing of Uncertainty*. New York : Plenum Press. 1988
- [12] *Journal of Applied Non-Classical Logics*. Taylor & Francis
- [13] G. Giralt : *La robotique*. Paris : Flammarion, 1998

- [14] N. Bidoit Nicole, L. Fariñas del Cerro, S. Fdida, B. Vallée. *Paradigmes et enjeux de l'informatique*. Hermes, Lavoisier. 2004
- [15] Borillo M. *Approches cognitives de la création artistique*, Pierre MARDAGA Editeur, Sprimont, Belgique, janvier 2005.
- [16] R. Jacquart. *Informatiques: Enjeux Tendances et Evolutions* TSI n 19 Special 2000. Hermes.
- [17] <http://www.cimi.univ-toulouse.fr/fr>