



HAL
open science

Équipes académiques en IA

Laurent Simon, Claire Lefèvre, Emmanuel Adam, Dominique Longin

► **To cite this version:**

Laurent Simon, Claire Lefèvre, Emmanuel Adam, Dominique Longin. Équipes académiques en IA. Bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle, 105, 2019, Association Française d'Intelligence Artificielle. hal-04571262

HAL Id: hal-04571262

<https://ut3-toulouseinp.hal.science/hal-04571262v1>

Submitted on 7 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Bulletin N° 105

Association française pour l'Intelligence Artificielle

AfIA



PRÉSENTATION DU BULLETIN

Le [Bulletin](#) de l'Association française pour l'Intelligence Artificielle vise à fournir un cadre de discussions et d'échanges au sein de la communauté universitaire et industrielle. Ainsi, toutes les contributions, pour peu qu'elles aient un intérêt général pour l'ensemble des lecteurs, sont les bienvenues. En particulier, les annonces, les comptes rendus de conférences, les notes de lecture et les articles de débat sont très recherchés. Le [Bulletin](#) de l'AfIA publie également des dossiers plus substantiels sur différents thèmes liés à l'IA. Le comité de rédaction se réserve le droit de ne pas publier des contributions qu'il jugerait contraire à l'esprit du bulletin ou à sa politique éditoriale. En outre, les articles signés, de même que les contributions aux débats, reflètent le point de vue de leurs auteurs et n'engagent qu'eux-mêmes.

■ Édito

Le dossier de ce [Bulletin](#) présente dix équipes académiques françaises en intelligence artificielle répartis sur l'ensemble du territoire : Rennes, Marseille, Lyon, Paris, Caen, Grenoble, Orsay et Nice. Il a été dirigé par Laurent SIMON.

Ce [Bulletin](#) comprend également le compte rendu de la 4^e journée thématique « Extraction et Gestion des Connaissances & Intelligence Artificielle » (EGC&IA) qui portait sur les approches dédiées à la découverte de connaissances dans le *web* des données ; un long compte rendu de la 4^e édition du « Forums Industriel sur l'Intelligence Artificielle » (FIIA) consacré aux systèmes mixtes ; et celui de la conférence internationale PAAMS : « International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems ».

Merci à tous les contributeurs ainsi qu'à Emmanuel ADAM qui a relu attentivement le présent [Bulletin](#).

Bonne lecture à tous !

Claire LEFÈVRE
Rédactrice



SOMMAIRE

DU BULLETIN DE L'AFIA

3	Dossier « Équipes académiques en IA »	
	Édito	4
	SHAMAN: Symbolic and Human-centric view of dAta MANagement	5
	COALA : CONtraintes, ALgorithmes et Applications.	10
	TWEAK : Traces, <i>Web</i> , Education, Adaptation, Knowledge.	14
	IAD : Intelligence Artificielle Distribuée.	18
	A ³ : Apprentissage Automatique et Applications	22
	MAD : Modèles, Agents, Décision.	25
	CHROMA : Cooperative & Human-aware Robot Navigation in Dynamic Environments	29
	LaHDAK : Données et Connaissances Massives et Hétérogènes	31
	WIMMICS : <i>Web-Instrumented Man-Machine Interactions, Communities and Seman-</i> <i>tics</i>	37
	mOeX : Évolution de la connaissance	39
43	Comptes rendus de journées, événements et conférences	
	EGC&IA : Extraction et Gestion des Connaissances & Intelligence Artificielle	44
	FIIA 2019 : Forum Industriel de l'Intelligence Artificielle	47
	PAAMS : International Conference on Practical Applications of Agents and Multi- Agent Systems	57
60	Thèses et HDR du trimestre	
	Thèses de Doctorat	61
	Habilitations à Diriger les Recherches	62



Afia
Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Dossier

« Équipes académiques en IA »

Dossier réalisé par

Laurent SIMON

LaBRI / Méthodes formelles

Bordeaux INP – Université de Bordeaux

lsimon@labri.fr



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ Édito

Par

Laurent SIMON

*LaBRI / Méthodes Formelles
Bordeaux INP – Université de Bordeaux
lsimon@labri.fr*

C'est un bulletin en pleine ébullition que nous vous proposons. La recherche en intelligence artificielle bouillonne en effet depuis quelques années déjà et les domaines de l'informatique qui ne se revendiquent pas d'elle se font de plus en plus rares. De nombreux laboratoires, parfois même au delà de l'informatique, se restructurent autour de ce vaste domaine de recherche, qui dépasse maintenant les frontières, pourtant clairement établies, il y a encore quelques années. Pourtant, si l'on se concentre sur la recherche en I.A., celle qui contribue aux avancées du domaine en ne se focalisant pas sur une application particulière, les principales équipes de recherche du domaine sont présentes en France depuis bien longtemps. En préparant ce bulletin, il m'a donc semblé important de mettre en avant certaines de ces équipes, qui ont répondu présent à l'ap-

pel à contributions.

Je tiens donc à remercier très chaleureusement les nombreux contributeurs qui ont répondu présent. Ils viennent de Rennes, Marseille, Lyon, Paris, Caen, Grenoble, Orsay et Nice. Ils représentent des thématiques variées, toutes au cœur de l'I.A., et couvrant les recherches les plus théoriques comme les plus appliquées. Bien entendu, il ne s'agit que d'un panorama incomplet de ce qui se fait de mieux en I.A., et il faudrait probablement transformer ce bulletin en annuaire si l'on voulait être un tant soit peu exhaustif, tant la France est active dans ce vaste domaine. D'ailleurs, si l'on m'avait confié l'organisation d'un plan national de grande envergure en I.A., ces équipes, ainsi que beaucoup d'autres équipes historiques du domaine, en aurait automatiquement bénéficié, sans tambours ni trompettes, mais avec cette volonté puissante de faire avancer l'intelligence artificielle qui les anime depuis déjà fort longtemps.

Bonne lecture et découverte à tous.



■ SHAMAN : Symbolic and Human-centric view of dAta MANagement

IRISA/SHAMAN | François GOASDOUÉ
Université de Rennes | Responsable d'équipe
<http://www-shaman.irisa.fr> | fg@irisa.fr

Membres

- Ludivine DUROYON, Doctorat
- François GOASDOUÉ, PR
- Hélène JAUDOIN, MCF
- Trung-Dung LE, Doctorat
- Ludovic LIÉTARD, MCF
- Pierre NERZIC, MCF
- Laurent d'ORAZIO, PR
- Olivier PIVERT, PR
- Daniel ROCACHER, PR
- Amit SHUKLA, Post-doctorat
- Grégory SMITS, MCF
- Virginie THION, MCF
- Thi To Quyen TRAN, Doctorat
- Van Hoang TRAN, Doctorat

Mots-clés

- Apprentissage automatique
- Bases de données
- Logique floue
- Qualité des données
- Raisonnement automatique
- Représentation des connaissances
- Traitement automatique des langues

Thématique générale de l'équipe

SHAMAN est une équipe du département 'Data and Knowledge Management' de l'Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires (IRISA) de l'Université de Rennes 1. Cette équipe, créée en 2014 et renouvelée en 2019, est une équipe de 'Bases de Données' dont les travaux ont de fortes interactions avec le domaine de l'*intelligence artificielle*. Ces tra-

voux s'organisent autour de trois axes de recherche.

Gestion de données à l'aide de connaissances

La gestion de données à l'aide de connaissances peut être vue comme la convergence des travaux sur la gestion de données en bases de données et en intelligence artificielle. Comme en bases de données, il s'agit de gérer *efficacement* de grands volumes de données. Toutefois, les données ne sont pas décrites par des schémas rigides fondés sur des structures mathématiques (tables relationnelles, arbres XML, etc.), mais par des modèles conceptuels des domaines d'application appelés *ontologies* et exprimés dans des formalismes issus ou proches de ceux de la 'Représentation des Connaissances' (logiques de description, règles existentielles, etc.). L'objectif est de faciliter l'accès à la gestion de données, notamment aux utilisateurs non-informaticiens, en leur montrant les données et en exprimant leurs opérations sur celles-ci au travers de modèles plus intelligibles. Du point de vue de l'intelligence artificielle, cette gestion de données s'apparente à la gestion de bases de connaissances contenant *beaucoup* de données décrites par des langages *pragmatiques* (à l'expressivité limitée), afin d'envisager des systèmes de gestion de bases de connaissances dont les performances sont comparables à celles des systèmes de gestion de bases de données. Un point clé est la nécessité de *raisonnement automatique* pour effectuer les tâches de gestion de don-



nées (consistance, interrogation, mise-à-jour). Cette nouvelle forme de gestion de données a connu un essor sans précédent ces dernières années grâce aux *standards RDF et OWL2 du W3C*, qui ont été rapidement adoptés par de nombreuses communautés d'utilisateurs (biologie, journalisme, médecine, science de l'information et des bibliothèques, etc.) : RDF est un modèle de données graphes avec un langage d'ontologie peu expressif ; OWL2 repose sur des logiques de description et permet l'utilisation d'ontologies plus riches que celles de RDF, qui en particulier permettent d'exprimer des contraintes d'intégrité.

Dans l'équipe SHAMAN, nous nous intéressons à la conception de systèmes pour RDF et le dialecte QL d'OWL2 fondé sur la logique de description légère $DL\text{-}lite_{\mathcal{R}}$, dédiée à la gestion de données volumineuses et sémantiquement riches.

Concernant RDF, nous étudions la *gestion efficace de données RDF*, y compris en présence de mises-à-jour, dans le cadre des systèmes centralisés [24, 11, 10] ou massivement parallèles [8, 22]. Nous nous intéressons également à *l'intégration efficace, en RDF, de sources de données hétérogènes* dans les architectures classiques d'entrepôts de données [16] ou de médiateurs [9]. Enfin, nous travaillons aussi sur des tâches non-standards de raisonnement permettant aux utilisateurs de mieux comprendre les données de leurs systèmes ou comment ces données sont utilisées. Par exemple, nous faisons du *résumé de données RDF* et des visualisations associées [15, 21], ainsi que de la comparaison de bases RDF ou des requêtes qui y accèdent par *apprentissage automatique de leurs points communs* [25, 26].

Concernant OWL2 QL, nous étudions la *gestion efficace de données $DL\text{-}lite_{\mathcal{R}}$* dans les systèmes centralisés [12, 13], y compris lorsque les données sont *inconsistantes* avec les

contraintes d'intégrité exprimées (Projet ANR '*Practical Algorithms for Ontology-based Data Access*'). Pour cela, nous adoptons des sémantiques non-standards tolérantes à l'inconsistance, fondées sur les réparations possibles des inconsistances, afin de calculer et de répondre aux requêtes des utilisateurs, que nous sommes aussi capables d'*expliquer* [4]. Enfin, nous étudions la *réparation des inconsistances de données $DL\text{-}lite_{\mathcal{R}}$* en fonction des réponses ou des non réponses aux requêtes posées [3].

Ces travaux ont des applications en *analyse multidimensionnelle de données ouvertes* (Projet DGA Rapid Open-Data Intelligence) et en *fact checking* [5, 23, 18] (Projets ANR *ContentCheck* et INRIA '*Project Lab iCoda*' avec 'Le Monde' et 'Ouest France').

Gestion de données flexible, coopérative et guidée par la qualité

Au delà de disposer de systèmes capables de gérer efficacement des données, il est aussi important que ces systèmes soient simples d'utilisation.

L'équipe SHAMAN travaille sur la *flexibilité* des systèmes qui permet de prendre en compte des préférences utilisateur. Pour représenter et raisonner sur ces préférences dans les langages de requête, nous utilisons la *théorie des sous-ensembles flous* [28] afin d'enrichir les algèbres et langages standards de bases de données [6, 30] ainsi que les systèmes associés [34, 29] (projet DGA ODIN).

Nous cherchons également à rendre les systèmes de gestion de données *coopératifs*, c'est-à-dire capables d'interagir avec l'utilisateur afin d'exprimer [36] ou d'affiner ses besoins en information, par exemple quand une requête n'a aucune réponse ou au contraire en a une pléthore [35]. En complément de ces travaux, nous développons des méthodes efficaces de résumé linguistique de données afin que les utilisateurs puissent mieux appréhender les données



d'un système [33, 32].

Enfin, les données manipulées par les utilisateurs souffrent souvent de problèmes de qualité. L'équipe SHAMAN s'intéresse à la représentation des données incertaines et au raisonnement sur de telles données, notamment à l'aide de la théorie des possibilités [7]. Pour quantifier et décrire le caractère imparfait des données, de nombreux travaux sont également réalisés autour de la modélisation de méta-données de qualité (fraîcheur, exactitude, complétude, etc.) pour décrire les données stockées [31, 19].

Ces travaux ont des applications en gestion et analyse de données ouvertes (projet DGA ODIN) et musicales (projet Mastodon GIOQOSO), ou encore l'analyse du suivi de marchandises dans le transport maritime (projet CREDOC du pôle de compétitivité Images & Réseaux).

Gestion de données massives

Ces dernières années, les besoins en gestion de données massives ('big data') ont conduit à de nouvelles architectures dites nuages (*clouds*), ainsi qu'au développement associé de systèmes de fichiers à grande échelle comme 'Google File System' (GFS) [20], ou encore d'environnements de traitement parallèle tels que *MapReduce* [17] et *Spark* [2]. Ceci a permis de concevoir de nouveaux systèmes de gestion de données massivement parallèles tels que *Hive* [37] ou encore *Flink* [14].

Dans l'équipe SHAMAN, nous nous intéressons à l'exécution et l'optimisation de requêtes au sein de ces systèmes. Nous étudions l'interrogation efficace de données sur des fédérations de nuages [27], des grandes jointures floues [39], ou encore du traitement de requêtes sur des données chiffrées au sein des nuages [38]. Le lien avec l'intelligence artificielle est double dans ce contexte. D'une part, le passage à l'échelle obtenu nous permet d'ap-

pliquer des techniques issues de l'intelligence artificielle, par exemple du '*data mining*' [1], sur des volumes d'informations plus importants et/ou d'obtenir de meilleures performances. D'autre part, l'intelligence artificielle est vue comme une composante de nos solutions, notamment pour l'aide à la décision dans l'optimisation de requêtes par des techniques d'apprentissage automatique [40].

Ces travaux ont des applications dans de nombreux domaines, notamment la santé (projet NSF MOCCAD), la cyber-sécurité (co-financement 'Lannion Trégor Communauté' et 'Région Bretagne' pour le projet SERBER) ou encore l'environnement (PHC-SIAM AGRWATCH).

Références

- [1] Sabeur Aridhi, Laurent d'Orazio, Mondher Maddouri, and Engelbert Mephu Nguifo. Density-based data partitioning strategy to approximate large-scale subgraph mining. *Inf. Syst.*, 48 :213–223, 2015.
- [2] Michael Armbrust, Reynold S Xin, Cheng Lian, Yin Huai, Davies Liu, Joseph K Bradley, Xiangrui Meng, Tomer Kaftan, Michael J Franklin, Ali Ghodsi, and Matei Zaharia. Spark SQL : Relational Data Processing in Spark. In *SIGMOD*, pages 1383–1394, Melbourne, Victoria, Australia, 2015.
- [3] Meghyn Bienvenu, Camille Bourgaux, and François Goasdoué. Query-driven repairing of inconsistent dl-lite knowledge bases. In *IJCAI*, pages 957–964, 2016.
- [4] Meghyn Bienvenu, Camille Bourgaux, and François Goasdoué. Computing and explaining query answers over inconsistent dl-lite knowledge bases. *J. Artif. Intell. Res.*, 64 :563–644, 2019.
- [5] Raphaël Bonaque, Tien Duc Cao, Bogdan Cautis, François Goasdoué, J. Lete-



- lier, Ioana Manolescu, O. Mendoza, S. Ribeiro, Xavier Tannier, and Michaël Thomazo. Mixed-instance querying : a light-weight integration architecture for data journalism. *PVLDB*, 9(13) :1513–1516, 2016.
- [6] Patrick Bosc and Olivier Pivert. Sqlf : a relational database language for fuzzy querying. *IEEE transactions on Fuzzy Systems*, 3(1) :1–17, 1995.
- [7] Patrick Bosc and Olivier Pivert. Modeling and querying uncertain relational databases : A survey of approaches based on the possible worlds semantics. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 18(05) :565–603, 2010.
- [8] Francesca Bugiotti, Jesús Camacho-Rodríguez, François Goasdoué, Zoi Kaoudi, Ioana Manolescu, and Stamatis Zampetakis. SPARQL query processing in the cloud. In *Linked Data Management.*, pages 165–192. Chapman and Hall/CRC, 2014.
- [9] Maxime Buron, François Goasdoué, Ioana Manolescu, and Marie-Laure Mugnier. Rewriting-Based Query Answering for Semantic Data Integration Systems. In *BDA*, 2018.
- [10] Maxime Buron, François Goasdoué, Ioana Manolescu, and Marie-Laure Mugnier. Reformulation-based query answering for RDF graphs with RDFS ontologies. In *ESWC*, pages 19–35, 2019.
- [11] Damian Bursztyn, François Goasdoué, and Ioana Manolescu. Optimizing reformulation-based query answering in RDF. In *EDBT*, pages 265–276, 2015.
- [12] Damian Bursztyn, François Goasdoué, and Ioana Manolescu. Optimizing FOL reducible query answering : Understanding performance challenges. In *ISWC*, 2016.
- [13] Damian Bursztyn, François Goasdoué, and Ioana Manolescu. Teaching an RDBMS about ontological constraints. *PVLDB*, 9(12) :1161–1172, 2016.
- [14] Paris Carbone, Asterios Katsifodimos, Stephan Ewen, Volker Markl, Seif Haridi, and Kostas Tzoumas. Apache Flink : Stream and Batch Processing in a Single Engine. *IEEE Data Engineering Bulletin*, 38(4) :28–38, 2015.
- [15] Sejla Cebiric, François Goasdoué, and Ioana Manolescu. A framework for efficient representative summarization of RDF graphs. In *ISWC*, 2017.
- [16] Dario Colazzo, François Goasdoué, Ioana Manolescu, and Alexandra Roatis. RDF analytics : lenses over semantic graphs. In *WWW*, pages 467–478, 2014.
- [17] Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat. MapReduce : simplified data processing on large clusters. *Communications of the ACM*, 51(1) :107–113, 2008.
- [18] Ludivine Duroyon, François Goasdoué, and Ioana Manolescu. A linked data model for facts, statements and beliefs. In *WWW Workshop*, pages 988–993, 2019.
- [19] Francesco Foscari, David Fiala, Florent Jacquemard, Philippe Rigaux, and Virginie Thion. Gioqoso, an online Quality Assessment Tool for Music Notation. In *TENOR*, 2018.
- [20] Sanjay Ghemawat, Howard Gobioff, and Shun-Tak Leung. The Google file system. In *Symposium on Operating Systems Principles (SOSP)*, pages 29–43, Bolton Landing, NY, USA, 2003.
- [21] François Goasdoué, Pawel Guzewicz, and Ioana Manolescu. Incremental structural summarization of RDF graphs. In *EDBT*, pages 566–569, 2019.
- [22] François Goasdoué, Zoi Kaoudi, Ioana Manolescu, Jorge-Arnulfo Quiané-Ruiz,



- and Stamatis Zampetakis. Cliquesquare : Flat plans for massively parallel RDF queries. In *IEEE ICDE*, pages 771–782, 2015.
- [23] François Goasdoué, Konstantinos Karanasos, Yannis Katsis, Julien Leblay, Ioana Manolescu, and Stamatis Zampetakis. Fact checking and analyzing the web. In *ACM SIGMOD*, pages 997–1000, 2013.
- [24] François Goasdoué, Ioana Manolescu, and Alexandra Roatis. Efficient query answering against dynamic RDF databases. In *EDBT*, pages 299–310, 2013.
- [25] Sara El Hassad, François Goasdoué, and Hélène Jaudoin. Learning commonalities in RDF. In *ESWC*, pages 502–517, 2017.
- [26] Sara El Hassad, François Goasdoué, and Hélène Jaudoin. Learning commonalities in SPARQL. In *ISWC*, pages 278–295, 2017.
- [27] Trung-Dung Le, Verena Kantere, and Laurent d’Orazio. Optimizing DICOM data management with NSGA-G. In *DOLAP, EDBT workshop*, 2019.
- [28] Olivier Pivert and Patrick Bosc. *Fuzzy preference queries to relational databases*. World Scientific, 2012.
- [29] Olivier Pivert, Olfa Slama, and Virginie Thion. An extension of sparql with fuzzy navigational capabilities for querying fuzzy rdf data. In *FUZZ-IEEE*, pages 2409–2416. IEEE, 2016.
- [30] Olivier Pivert, Virginie Thion, Hélène Jaudoin, and Grégory Smits. On a fuzzy algebra for querying graph databases. In *IEEE ICTAI*, pages 748–755. IEEE, 2014.
- [31] Philippe Rigaux and Virginie Thion. Quality awareness over graph pattern queries. In *IDEAS*, pages 90–97, 2017.
- [32] Grégory Smits, Pierre Nerzic, Olivier Pivert, and Marie-Jeanne Lesot. Efficient generation of reliable estimated linguistic summaries. In *FUZZ-IEEE*, pages 1–8. IEEE, 2018.
- [33] Grégory Smits and Olivier Pivert. Linguistic and graphical explanation of a cluster-based data structure. In *SUM*, pages 186–200. Springer, 2015.
- [34] Grégory Smits, Olivier Pivert, and Thomas Girault. Reqflex : fuzzy queries for everyone. *PVLDB*, 6(12) :1206–1209, 2013.
- [35] Grégory Smits, Olivier Pivert, and Aïl-el Hadjali. Fuzzy cardinalities as a basis to cooperative answering. In *Flexible Approaches in Data, Information and Knowledge Management*, pages 261–289. Springer, 2014.
- [36] Grégory Smits, Olivier Pivert, Hélène Jaudoin, and François Paulus. Aggrego search : Interactive keyword query construction. In *EDBT*, pages 636–639, 2014.
- [37] Ashish Thusoo, Joydeep Sen Sarma, Namit Jain, Zheng Shao, Prasad Chakka, Suresh Anthony, Hao Liu, Pete Wyckoff, and Raghobham Murthy. Hive - A Warehousing Solution Over a Map-Reduce Framework. *PVLDB*, 2(2) :1626–1629, 2009.
- [38] Hoang Van Tran, Tristan Allard, Laurent d’Orazio, and Amr El Abbadi. Range query processing for monitoring applications over untrustworthy clouds. In *EDBT*, pages 666–669, 2019.
- [39] Thi-To-Quyen Tran, Thuong-Cang Phan, Anne Laurent, and Laurent d’Orazio. Improving hamming distance-based fuzzy join in mapreduce using bloom filters. In *FUZZ-IEEE*, pages 1–7, 2018.
- [40] Chenxiao Wang, Zachary Arani, Le Gruenwald, and Laurent d’Orazio. A vision of a decisional model for re-optimizing query execution plans based on machine learning techniques. In *DOLAP EDBT workshop*, 2019.



■ COALA : COntraintes, ALgorithmes et Applications

Laboratoire d'Informatique et Systèmes
(LIS)/ COALA
Aix-Marseille Université - CNRS
www.lis-lab.fr

Djamal HABET

djamal.habet@lis-lab.fr

Membres

- Nabil ADRAR, Doctorat
- Mohamed Sami CHERIF, Doctorat
- Christophe GONZALES, PR
- Stéphane GRANDCOLAS, MCF
- Djamal HABET, PR
- Laurent HENOCQUE, MCF
- Philippe JÉGOU, PR
- Richard OSTROWSKI, MCF
- Laurent OXUSOFF, MCF
- Cyril PAIN-BARRE, MCF
- Lionel PARIS, MCF
- Nicolas PRCOVIC, MCF
- Matthieu PY, Doctorat
- Cyril TERRIOUX, MCF
- Adrien VARET, Doctorat

Thématique générale de l'équipe

L'équipe COALA porte ses efforts sur l'algorithme associée à la résolution des problèmes de satisfaction et d'optimisation sous contraintes (SAT, CSP, Max-SAT, WCSP principalement) et plus généralement aux modèles graphiques (dont les réseaux de contraintes, les réseaux de fonctions de coûts et les réseaux Bayésiens), le dénombrement (#SAT et #CSP) et l'optimisation multicritère. Il est tout particulièrement question de l'étude des performances calculatoires associées à un ensemble important de systèmes de représentation des connaissances, sous la forme de solveurs. Les recherches développées vont des questions liées à la complexité théorique, via la mise en évidence de fragments traitables, à la conception effective de systèmes de

résolution opérationnels en pratique.

Description des travaux

Nos travaux se déclinent suivant les activités et axes décrits ci-dessous.

Classes polynomiales et méthodes de résolution pour CSP, WCSP et #CSP.

Une partie importante de nos travaux porte sur la mise en évidence et l'exploitation de classes polynomiales pour la résolution. Nous abordons cette problématique principalement au niveau des CSP, avec deux cadres d'études. D'une part, les aspects liés à la polynomialité de la résolution fondée sur des propriétés de graphes, et d'autre part l'expression de classes polynomiales basées sur la notion de microstructure de réseaux de contraintes, et généralement, en termes de motifs exclus. Les travaux que nous développons sur la base de propriétés de graphes concernent principalement l'étude des méthodes de résolution de réseaux de contraintes basées sur la notion de décomposition arborescente de graphes. Sous certaines hypothèses, le recours à la décomposition arborescente permet de disposer d'algorithmes polynomiaux en théorie [10]. Cela étant, il existe souvent un réel fossé entre théorie et portée pratique, et l'un des objectifs que nous poursuivons dans nos travaux consiste à rendre utilisables des méthodes, efficaces en théorie, mais difficilement opérationnelles en pratique. À ce titre, certains des résultats que nous avons obtenus et que nous visons, relèvent parfois de la théorie algorithmique.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

mique des graphes (comme la mise en évidence d'une nouvelle classe de décomposition de graphes appelée '*Bag-Connected-Tree-Decomposition*' [11] qui a d'ailleurs été 'découverte' et étudiée au même moment dans la communauté mathématique). Notre activité porte également sur la proposition d'algorithmes de décomposition qui prennent en compte des critères plus pertinents pour la résolution de CSP que ceux liés seulement à la notion de *tree-width*. Une extension naturelle de ces travaux porte sur l'étude et l'exploitation d'autres formes de décompositions de graphes (cf. décompositions associées aux paramètres *branch-width*, *clique-width*, *rank-width*, *boolean-width*, *treecut-width*, etc.), qui n'ont à ce jour que très peu, voire pas été étudiées pour la résolution effective de problèmes exprimés plus généralement par des modèles graphiques (réseaux de fonctions de coûts, réseaux Bayésiens, etc.).

Une autre partie importante de nos travaux porte sur l'exploitation de la « microstructure » des CSP. Cet objet formel permet de capter notamment des propriétés liées à la sémantique des instances. Les travaux réalisés ici sont surtout théoriques, mais ils sont cependant développés en prenant en considération des aspects d'ordre pratique. D'une part, cette démarche a pour ambition de fournir des explications analytiques à l'efficacité pratique des solveurs, cette efficacité ne trouvant à ce jour que peu d'explication fondée sur l'analyse de la complexité (même au sens FPT). D'autre part, il s'agit de proposer de nouvelles applications pour les classes polynomiales. Il est à souligner que l'un de nos résultats récents a reçu le '*Award du Best Technical Paper*' lors de la conférence CP 2014 [6, 7].

Méthodes complètes et incomplètes pour SAT et Max-SAT. Les travaux relatifs au problème SAT portent à la fois sur les mé-

thodes complètes et les méthodes incomplètes. Les méthodes de résolution complètes basées sur la notion de CDCL ('*Conflict Driven Clause Learning*') ont montré une très grande efficacité pour résoudre de nombreuses instances structurées faisant intervenir des milliers, voire des millions de variables et de clauses. Ces solveurs « modernes » sont une combinaison à la fois subtile et sensible de plusieurs composants comme l'apprentissage de clauses, la propagation, les retours-arrières non chronologiques, les redémarrages, etc. Or, améliorer la compréhension de ce type de démonstrateurs est indispensable pour mieux appréhender leurs forces et faiblesses, et ainsi leur amélioration. Dans cette perspective, nous avons proposé une analyse empirique d'un module central des démonstrateurs CDCL qui est l'analyse de conflits [9].

Les travaux concernant les méthodes incomplètes pour SAT sont généralement basés sur des algorithmes de recherche locale. À titre d'exemple, nous avons proposé un algorithme pour la résolution des instances *k*-SAT aléatoires au seuil, en offrant un meilleur équilibre entre les phases de diversification et d'intensification de la recherche [3]. Nous nous intéressons également à l'hybridation entre les mécanismes de résolution de ces deux familles d'algorithmes (CDCL et recherche locale) pour combiner leurs avantages.

Une autre part importante de nos travaux porte sur le problème Max-SAT (et ses variantes pondérées). Nos contributions s'inscrivent principalement dans la résolution de ce problème par une recherche arborescente de type *séparation et évaluation*, avec une trame commune construite autour de la détection des sous-ensembles inconsistants et l'application de la règle d'inférence par max-résolution. Ces deux opérations sont primordiales dans les algorithmes de type séparation et évaluation car elles sont directement liées à l'évaluation



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

de la borne inférieure. L'un de nos travaux introduit un nouvel ordre de l'application de cette règle sur les clauses des sous-ensembles inconsistants. Cet ordre est conçu de sorte à limiter l'un des inconvénients de la max-résolution lié à l'ajout des clauses de compensation [1]. Nous avons également établi une relation entre la max-résolution et l'efficacité de la propagation unitaire simulée dans la détection des sous-ensembles inconsistants. Cette relation nommée l'UP-résilience montre que l'application de la max-résolution n'est pas sans effet sur la puissance de la propagation unitaire simulée. L'UP-résilience a permis aussi d'apporter une explication formelle sur l'efficacité des schémas d'apprentissage de l'état de l'art (auparavant, ces schémas n'ont été validés que d'un point de vue expérimental) [2, 5]. Les travaux autour de Max-SAT se poursuivent en allant vers l'unification des solveurs séparation et évaluation avec ceux basés sur des appels itératifs à un oracle SAT.

Cela étant, un objectif primordial consiste également à exploiter de tels résultats dans l'élaboration des systèmes de résolution effectivement opérationnels en pratique. Cette activité, en termes de positionnement international, et plus particulièrement au niveau des solveurs que nous développons, a été valorisée au travers des compétitions internationales, déjà au niveau de la compétition internationale SAT où nous avons obtenu une médaille de bronze en 2013, mais surtout lors des 'Max-SAT International Evaluation' 2014, 2015 et 2016, lors desquelles nous avons obtenu 9 premières places au total.

Problèmes connexes et applications. Si le cœur de nos travaux est à visée plutôt fondamentale et théorique, nous nous intéressons cependant à des domaines connexes à forte portée applicative. En particulier, nous nous intéressons aux problèmes de « packing

multi-dimensionnel », soit des problèmes classiques dans le domaine des applications de l'optimisation combinatoire. En particulier, nous étudions le problème de « *packing orthogonal* » et le problème de « *strip packing* » [8]. Dans ce cadre, nous développons différentes approches, comme celles utilisant des solveurs SAT (via des modélisations par formules clauseales), des méthodes exactes de type « *branch and bound* », et des métaheuristiques spécifiques basées sur la recherche locale.

De plus, nous avons travaillé à la résolution pratique du problème « du plus court chemin contraint ». Ce problème a été étudié sous un angle essentiellement pratique, sur la base de données réelles en visant à optimiser la route de navires marchands selon différents critères (temps, consommation de carburant, sécurité, etc.) [4]. Cette activité à forte connotation applicative a été développée dans le cadre d'un partenariat avec le groupe Atos et nous envisageons de développer ce type de partenariat car la confrontation à la réalité des applications est souvent utile dans notre activité, parfois même cruciale.

Ainsi, plus récemment, en collaboration avec des chimistes, nous cherchons à générer des modèles de différents types d'hydrocarbures aromatiques polycycliques qui font l'objet d'étude en astrochimie, en chimie de l'environnement ou en électronique (batteries, écrans souples). Certains de ces problèmes sont reconnus NP-difficiles. L'idée est de les exprimer comme de la génération de graphes respectant certaines contraintes et optimisant certains critères (stabilité, géométrie, réactivité, etc.). Une thèse de doctorat inter-ED sur ces problématiques concrétise cette collaboration.

Pour compléter cette présentation de nos activités, il faut noter que notre démarche impose une forte part expérimentale. Celle-ci a donné lieu ces dernières années à la conception de solveurs qui sont d'ailleurs en conti-



nuelle évolution. Il s'agit de logiciels conçus au sein de l'équipe et qui sont mis à disposition de la communauté (téléchargeables publiquement ou à la demande).

Enfin, notre activité a été, et continue à être, soutenue par 4 programmes ANR, dont 3 coordonnées par l'équipe COALA : STALDEC-OPT de 2005 à 2009, UNLOC de 2009 à 2011, TUPLES de 2010 à 2015 et DEMOGRAPH de 2017 à 2021.

Références

- [1] André Abramé and Djamal Habet. Efficient application of Max-SAT resolution on inconsistent subsets. In *Proceedings of the 20th International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming (CP)*, pages 92–107, 2014.
- [2] André Abramé and Djamal Habet. On the resiliency of unit propagation to max-resolution. In *Proceedings of the 24th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*, pages 268–274, 2015.
- [3] André Abramé, Djamal Habet, and Donia Toumi. Improving configuration checking for satisfiable random k -SAT instances. *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence (AMAI)*, pages 1–20, 2016.
- [4] Estelle Chauveau, Philippe Jégou, and Nicolas Prcovic. Weather routing optimization : A new shortest path algorithm. In *29th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)*, pages 687–694, 2017.
- [5] Mohamed Sami Cherif and Djamal Habet. Towards the characterization of max-resolution transformations of UCSs by UP-resilience. In *Proceedings of the the 25th International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming (CP)*, 2019.
- [6] Martin Cooper, Achref El Mouelhi, Cyril Terrioux, and Bruno Zanuttini. On Broken Triangles. In *Proceedings of the 20th International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming (CP)*, pages 9–24, 2014.
- [7] Martin C. Cooper, Aymeric Duchain, Achref El Mouelhi, Guillaume Escamocher, Cyril Terrioux, and Bruno Zanuttini. Broken Triangles : From Value Merging to a Tractable Class of General-Arity Constraint Satisfaction Problems. *Artificial Intelligence*, 234 :196–218, 2016.
- [8] Stéphane Grandcolas and Cédric Pinto. A new search procedure for the two-dimensional orthogonal packing problem. *J. Math. Model. Algorithms in OR*, 14(3) :343–361, 2015.
- [9] Djamal Habet and Donia Toumi. Empirical study of the behavior of conflict analysis in CDCL solvers. In *Proceedings of the 19th International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming (CP)*, pages 678–693, 2013.
- [10] Philippe Jégou and Cyril Terrioux. Hybrid backtracking bounded by tree-decomposition of constraint networks. *Artificial Intelligence*, 146 :43–75, 2003.
- [11] Philippe Jégou and Cyril Terrioux. Combining Restarts, Nogoods and Bag-Connected Decompositions for Solving CSPs. *Constraints*, 22(2) :191–229, 2017.



■ TWEAK : Traces, Web, Education, Adaptation, Knowledge

LIRIS/TWEAK

UMR 5205 CNRS / INSA Lyon / Université
Claude Bernard Lyon 1 / Université Lumière
Lyon 2 / École Centrale de Lyon
<https://liris.cnrs.fr/equipe/tweak>

Stéphanie JEAN-DAUBIAS

Stephanie.Jean-Daubias@liris.univ-lyon1.fr

Pierre-Antoine CHAMPIN

Pierre-Antoine.Champin@liris.univ-lyon1.fr

Membres

- Pierre-Antoine CHAMPIN, MCF
- Fatma DERBEL, Doctorat
- Tarek DJOUAD, Post-doctorat
- Béatrice FUCHS, MCF
- Nathalie GUIN, MCF
- Stéphanie JEAN-DAUBIAS, PR
- Frédérique LAFOREST, PR
- Alexis LEBIS, Post-doctorat
- Marie LEFEVRE, MCF
- Lionel MÉDINI, MCF
- Alain MILLE, PR
- Charbel OBEID, Doctorat
- Caroline VINCENT, Post-doctorat

Thématique générale de l'équipe

Les travaux de l'équipe TWEAK s'inscrivent depuis sa création en 2015 dans les disciplines de l'intelligence artificielle et de l'*ingénierie des connaissances* (IC) et explorent plus spécifiquement deux dimensions : les *EIAH* (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) et le *Web*. Nous nous intéressons en particulier à la coévolution des systèmes utilisateurs-machines au sein des environnements informatisés, en adoptant un point de vue orienté connaissances.

Les recherches que nous menons sont largement dirigées par des problématiques appliquées, en lien avec des acteurs de terrain. C'est pourquoi nous nous efforçons d'opérationnaliser nos résultats de recherche et nos théories, sous forme de prototypes ou d'outils que nous pouvons ensuite évaluer sur di-

vers terrains applicatifs. Cette préoccupation pour l'opérationnalisation, l'expérimentation et l'évaluation se traduit par de nombreux partenariats avec des entreprises. Nos résultats de recherche dans le domaine des EIAH sont également déployés dans les formations de l'Université Lyon 1 (notamment la plateforme ASKER [5]), qui nous fournissent un terrain d'expérimentation en grandeur réelle.

Description des travaux en IC

Nos travaux en IC concernent en particulier une ingénierie de la dynamique des connaissances dans laquelle des *traces modélisées* constituent une représentation de l'expérience et une importante source de connaissances. Nous proposons la notion de système de gestion de traces modélisées, notion spécifiée et mise en œuvre au sein d'une plateforme ouverte : kTBS [1]. Cette plateforme, couplée à une instrumentation des systèmes informatiques tracés, place l'utilisateur dans un rôle central pour la coconstruction et l'exploitation des connaissances. Nous développons pour cela le paradigme du raisonnement à partir de l'expérience tracée [9], un processus interactif et dynamique où la transparence des traitements automatiques permet à l'utilisateur de les adapter à ses besoins propres. Nous étudions de plus les traces dans le cadre de la découverte interactive de connaissances qui exploite des algorithmes d'exploration des traces afin de construire une modélisation de phénomènes complexes en étroite interaction avec



un utilisateur-analyste spécialiste du domaine [2]. Nous nous appuyons aussi sur les sciences humaines et sociales pour soutenir l'utilisation réflexive des traces d'activité.

Nos travaux en IC concernent également les assistants intelligents qui aident les utilisateurs à mener à bien leurs tâches. Le projet AGATE (*an Approach for Genericity in Assistance To complex tasks*) propose des modèles génériques et des outils unifiés pour permettre la mise en place de systèmes d'assistance dans des applications existantes variées [3]. Nous proposons un processus d'adjonction d'épi-assistance (assistance épiphyte) en deux phases : la spécification de l'assistance par le concepteur d'assistance et l'exécution de l'assistance spécifiée sur l'application-cible pour l'utilisateur final. L'environnement SEPIA (*Specification and Execution of Personalized Intelligent Assistance*), qui met en œuvre nos propositions, peut être greffé sur des applications sans qu'il soit nécessaire d'accéder au code source de l'application ou de le modifier (approche épiphyte). SEPIA peut surveiller une application cible et suivre toutes les interactions de l'utilisateur avec cette application, par exemple un clic sur un bouton ou l'ouverture d'un menu, ce qui peut ensuite être utilisé pour fournir une assistance contextualisée à l'utilisateur.

Description des travaux en EIAH

Nos travaux dans le domaine des EIAH visent à proposer des modèles permettant de fournir aux différents acteurs d'une situation d'apprentissage (auteurs de contenus pédagogiques, enseignants, apprenants) des outils destinés à soutenir l'apprentissage. Nous défendons que c'est l'acquisition de connaissances auprès de ces différents acteurs qui leur permet de contribuer à la mise en œuvre d'un environnement d'apprentissage adapté aux besoins de chacun. Dans le cadre d'une approche par com-

pétences, nous visons ainsi à assister l'enseignant dans la création d'activités pédagogiques [5], le suivi de ses élèves, et la mise en œuvre d'un enseignement adaptatif [6]. L'exploitation des traces d'interaction entre l'apprenant et un EIAH permet également de soutenir l'autorégulation de l'apprentissage, à travers la constitution de profils ouverts de compétences [7], permettant à la fois à l'apprenant de se fixer des objectifs et au système de lui recommander des activités personnalisées.

Afin de découvrir et comprendre les phénomènes d'apprentissage et d'enseignement qui surviennent au sein des EIAH, nous travaillons sur l'analyse des traces d'interaction des différents acteurs (chercheurs, enseignants, apprenants, ...) des environnements de *e-learning*. Dans le cadre du projet ANR HUBBLE, nous avons pu observer que la définition et la mise en œuvre des processus d'analyse de traces confronte les analystes à divers problèmes. Parmi ces problèmes l'on peut citer l'expression formelle du besoin, le choix des plateformes d'analyse, la représentation des traces à utiliser, ou encore la manière de représenter le processus d'analyse lui-même. Pour assister les différents acteurs, nous avons proposé des modèles et méthodes, réifiés au sein d'outils, pour capitaliser les processus d'analyse de ces traces d'interaction. Notre approche repose sur une représentation narrative, plutôt que technique, des processus d'analyse [4]. Pour cela, elle s'appuie sur un cadre ontologique permettant une représentation formelle des concepts de haut niveau mis en œuvre dans l'analyse. L'objectif est de permettre à tous les acteurs impliqués, experts ou non-experts, de décrire et partager des processus d'analyse, en s'abstrayant des spécificités techniques de la plateforme utilisée. Les processus ainsi décrits peuvent alors être réutilisés dans d'autres contextes, et modifiés ou enrichis par la communauté.



Description des travaux sur le Web

Nos travaux sur le *Web* partent du constat que ce dernier est devenu le médium privilégié d'interaction entre utilisateurs et applications informatiques. Par ailleurs, avec l'intégration de plus en plus forte du *Web* avec le monde physique *via* les objets connectés et la robotique, la distinction entre activités numériques et activités en général s'estompe. Nous nous inscrivons dans une vision d'un *Web* sémantique où les connaissances sont *explicitables* et partageables entre utilisateurs et machines, permettant aux applications de s'adapter aux besoins et aux contextes des utilisateurs, et aux utilisateurs de devenir des acteurs avertis de l'utilisation des technologies. Cette approche nécessite des méthodes, outils et formalismes permettant de raisonner efficacement sur des connaissances partagées d'une part, et sur des données liées et ouvertes accessibles à travers le *Web* d'autre part. Dans un contexte où l'évolution des technologies et des usages est permanente, nous nous appuyons sur des standards établis et émergents, que nous contribuons à développer et à promouvoir.

Nos travaux portent en particulier sur le « *Web des Objets* » qui étend l'internet des objets pour permettre l'accès et la manipulation des objets connectés en utilisant les standards du *Web*. Le projet ANR ASAWoO [8] a proposé le concept d'*avatar*, un composant logiciel étendant un objet connecté, et exposant une interface *Web* standard. ASAWoO offre ainsi une plateforme d'interopérabilité entre des objets connectés hétérogènes. Dans le cadre de ce projet, nous avons proposé une solution d'adaptation contextuelle multi-préoccupations pour les applications *Web* des objets, répondant à des besoins d'utilisabilité, de flexibilité, de pertinence et de performance. Ce travail se base sur un scénario pour l'agriculture numérique. Premièrement, nous avons proposé un méta-modèle générique

permettant de concevoir des modèles contextuels standards, interopérables et réutilisables. Deuxièmement, nous avons présenté un cycle de vie du contexte et un *workflow* d'adaptation contextuelle permettant la sémantisation de données brutes, ainsi que la contextualisation en parallèle durant l'exécution de l'application. Ce *workflow* combine des données issues de sources hétérogènes, telles que l'expertise du domaine, les documentations techniques des objets, les données de capteurs et de services *Web*. Troisièmement, nous avons présenté une méthode de génération de règles d'adaptation basées sur des situations contextuelles, permettant de limiter l'effort des experts et concepteurs lors de l'élaboration d'applications adaptatives. Quatrièmement, nous avons proposé deux optimisations pour le raisonnement contextuel : la première adapte la localisation des tâches de raisonnement en fonction du contexte, la seconde améliore le processus de maintenance incrémentale d'informations contextuelles. Les contributions à la plateforme ASAWoO, ainsi que les projets annexes que nous avons développés (moteur d'inférences [HyLAR](#) et son [cadriciel](#) de raisonnement) sont publiquement disponibles sous licences *Open Source*.

Références

- [1] Pierre-Antoine Champin, Alain Mille, and Yannick Prié. Vers des traces numériques comme objets informatiques de premier niveau. *Intellectica - La revue de l'Association pour la Recherche sur les sciences de la Cognition (ARCo)*, (59) :171–204, June 2013.
- [2] Béatrice Fuchs and Amélie Cordier. Interactive interpretation of serial episodes : experiments in musical analysis. In C. Faron-Zucker and C. Ghidini, editors, *Knowledge Engineering and Knowledge Management, 21st International Conference - EKAW-*



- 2018, LNAI 11 313, pages 131–146, Nancy, France, 2018. Springer.
- [3] Blandine Ginon, Stéphanie Jean-Daubias, Pierre-Antoine Champin, and Marie Lefevre. Langage et outils pour la spécification et l'exécution d'assistance à l'utilisateur dans des applications existantes. *Revue des Sciences et Technologies de l'Information - Série RIA : Revue d'Intelligence Artificielle*, 30(6) :705–733, 2016.
- [4] Alexis Lebis, Marie Lefevre, Vanda Luengo, and Nathalie Guin. Capitalisation of Analysis Processes : Enabling Reproducibility, Openness and Adaptability thanks to Narration. In *LAK '18 - 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, pages 245–254, Sydney, Australia, March 2018. ACM.
- [5] Marie Lefevre, Nathalie Guin, Baptiste Cablé, and Brice Buffa. ASKER : un outil auteur pour la création d'exercices d'auto-évaluation. In *Atelier EAEL (Évaluation des Apprentissages et Environnements Informatiques) - Conférence EIAH 2015*, Agadir, Morocco, June 2015.
- [6] Marie Lefevre, Nathalie Guin, and Stéphanie Jean-Daubias. Personnaliser des activités pédagogiques de manière unifiée : une solution à la diversité des dispositifs. *STI-CEF*, 19 :309–351, November 2012.
- [7] Sonia Mandin and Nathalie Guin. Basing learner modelling on an ontology of knowledge and skills. In Demetrios G Sampson, J. Michael Spector, Nian-Shing Chen, Ronghuai Huang, and Kinshuk, editors, *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pages 321–323, Athènes, Greece, July 2014. IEEE Computer Society.
- [8] Lionel Médini, Michael Mrissa, Mehdi Terdjimi, El-Mehdi Khalfi, Nicolas Le Sommer, Philippe Capdepuy, Jean-Paul Jamont, Michel Occello, and Lionel Touseau. Building a Web of Things with Avatars. In Michael Sheng, Yongrui Qin, Lina Yao, , and Boualem Benatallah, editors, *Managing the Web of Things : Linking the Real World to the Web*. Morgan Kaufmann, Elsevier, February 2017. Domains (unavailable categories) : Internet of Things, Web of Things.
- [9] Alain Mille, Pierre-Antoine Champin, Amélie Cordier, Olivier Georgeon, and Marie Lefevre. Trace-Based Reasoning - Modeling interaction traces for reasoning on experiences. In Philip McCarthy, editor, *The 26th International FLAIRS Conference*, pages 1–15, United States, May 2013.



■ IAD : Intelligence Artificielle Distribuée

LIPADE / IAD

Université de Paris

<http://dai.mi.parisdescartes.fr/>

Pavlos MORAITIS

pavlos@mi.parisdescartes.fr

Membres

- Douae AHMADOUN, Doctorat
- Elise BONZON, MCF
- Bruno BOUZY, MCF
- Jean-Guy MAILLY, MCF
- Marc MÉTIVIER, MCF
- Pavlos MORAITIS, PR
- Julien ROSSIT, MCF

Thématique générale de l'équipe

L'équipe IAD a été créée en 2005. Les thématiques développées par ses membres portent sur l'argumentation computationnelle, la négociation automatisée, la prise de décision automatisée, la prise de décision distribuée (ces trois dernières étant essentiellement fondées sur l'argumentation), le génie logiciel orienté agent, ainsi que sur la planification multi-agents, les jeux booléens, la résolution de problèmes et la fusion de bases de connaissances, thèmes qui sont utiles dans le contexte des agents collaboratifs.

Description des travaux

Argumentation computationnelle

Notre travail en argumentation couvre différents aspects théoriques complémentaires mais aussi plusieurs aspects applicatifs. Une contribution importante concerne l'étude des sémantiques de classement. Dans la sémantique classique de Dung [16], les arguments sont soit acceptés, soit rejetés. Cette évaluation dichotomique des arguments ne semble pas tout à fait adaptée à l'étude des plateformes en ligne, qui proposent des débats à

de nombreux participants, au cours desquels un grand nombre d'arguments peuvent être échangés. La sémantique basée sur le classement permet de produire un classement complet des arguments, du plus acceptable au moins acceptable. Dans [3], nous avons comparé différentes sémantiques de ce type existant dans la littérature, et proposé une meilleure lecture des différents choix possibles en la matière. Ensuite, dans [2], nous avons proposé six nouvelles sémantiques basées sur l'idée de propagation (chaque argument a un poids initial qui dépend de son statut, et ces poids sont progressivement propagés à leurs voisins).

Nous avons également mené une étude théorique originale sur la relation entre argumentation et théorie de la cohérence, proposée par le philosophe Paul THAGARD [13], afin de chercher un bénéfice mutuel entre deux approches très bien adaptées à la résolution des conflits. Nos premiers résultats théoriques se montrent utiles pour le raisonnement pratique fondé sur l'argumentation.

Les travaux publiés dans [14, 15] apportent des contributions dans le domaine de la dynamique de l'argumentation, en proposant d'étudier le changement de sémantique. Les distances entre sémantiques qui permettent d'effectuer un changement sémantique minimal sont définies. Ce changement de sémantique est un moyen d'obtenir de nouvelles extensions tout en modifiant le moins possible le graphe d'argumentation.

Dans le contexte de l'argumentation multi-agents, nous cherchons à savoir si la diversité des points de vue observés dans un ensemble de



systèmes d'argumentation différents (un pour chaque agent) est compatible avec l'hypothèse selon laquelle chaque système d'argumentation individuel peut être induit par une combinaison de : 1) une relation d'attaque factuelle entre les arguments ; et 2) les préférences personnelles de l'agent concerné en ce qui concerne les valeurs morales ou sociales visées par les arguments examinés. Ce travail [1] a reçu le prix du meilleur article lors de la conférence AAMAS 2016.

Nous avons aussi proposé un modèle d'argumentation abstraite appelé *Control Argumentation Framework* (CAF) [11] qui permet à un agent de représenter à la fois des informations certaines, des informations incertaines, et les actions qui lui permettent de garantir qu'un certain but (accepter un ensemble d'arguments particuliers) est atteint, malgré l'incertitude.

Le travail théorique proposé dans [19] et des travaux applicatifs [20] fondés sur ce travail, sont à la base de la création d'une startup dont un des domaines de spécialisation est la gestion automatisée de conformité.

Débats et négociation automatisée

Dans [4], un modèle de négociation dans lequel les agents prennent en compte une connaissance partielle de leurs adversaires est introduit. Nous avons testé cette approche de manière expérimentale et montré que ce processus de négociation permet de diminuer la durée de la négociation et d'améliorer la qualité de l'accord obtenu. Ce travail a été généralisé et étendu dans [12] où nous avons proposé un cadre de négociation qui utilise les *Control Argumentation Frameworks* (CAFs) [11] pour représenter la connaissance incertaine que les agents négociateurs ont concernant les profils de leurs opposants. Ce cadre de négociation permet d'améliorer le pourcentage d'accords entre les négociateurs. Enfin dans [17], nous avons présenté un ensemble de tactiques et de

concessions pour la négociation argumentative inspirée de travaux réalisés en théorie des jeux. Un important travail expérimental a montré la valeur ajoutée de ces résultats.

Une autre contribution, liée aux protocoles de persuasion dans les systèmes multi-agents, a reçu le prix du meilleur article étudiant à COMMA 2012 [21]. Dans ce travail, nous avons étudié des protocoles intégrant l'expertise des agents : chaque argument est associé à un ensemble de sujets auquel il fait référence, et chaque agent possède un ensemble d'expertise lui permettant d'avoir plus de poids dans le débat, selon les sujets des arguments concernés. L'utilisation de cette notion d'expertise peut être utile dans l'étude des débats sur les plateformes en ligne, qui regroupent beaucoup de participants, qui peuvent avoir des expertises variées.

Fusion de croyances

La fusion d'informations incertaines est une opération importante pour obtenir un point de vue global et cohérent provenant d'un groupe d'agents en conflit. Nous avons introduit dans [9] un ensemble d'axiomes logiques qui devraient être satisfaits par toute opération de fusion, lorsque les agents utilisent des systèmes d'argumentation pour représenter leurs propres convictions, puis nous avons proposé plusieurs opérateurs qui satisfont ces postulats. Nous avons également proposé une nouvelle opération appelée *distribution des connaissances*, consistant à partager des connaissances entre plusieurs agents, de sorte qu'elles possèdent, pour chaque agent, de bonnes propriétés de calcul [18]. Ce type d'opération est utile dans les situations où les agents distribués ont des capacités d'inférence limitées, mais que le groupe doit conserver toutes les informations disponibles.



Planification multi-agents et recherche coopérative

Notre travail dans [10] introduit μ -SATPLAN, une extension du planificateur SATPLAN (classique), permettant de traiter la planification multi-agents. Notre planificateur aborde les interactions négatives et positives pour la coordination de plusieurs agents dans deux contextes différents : a) lorsque les agents sont capables d'atteindre des objectifs individuels par eux-mêmes qui sont nécessaires à la réalisation d'un objectif global ; et b) lorsque les agents ont besoin de l'aide d'autres agents pour atteindre ces objectifs individuels. Les résultats expérimentaux de versions multi-agents de problèmes issus de compétitions de planification internationales ont démontré l'efficacité de μ -SATPLAN.

Nous travaillons également dans le domaine de la recherche coopérative (CPF). Nous avons adapté le paradigme bien connu de la recherche d'arbres de Monte-Carlo (MCTS) à CPF avec *Monte-Carlo Fork Search* (MCFS) [5]. Nous avons également spécialisé cette approche pour les problèmes sans trou [8]. Dans le domaine de la planification, un autre travail concerne le problème des crêpes, réputé pour son lien avec le problème du réarrangement du génome. Nous avons obtenu des résultats en utilisant *IDA** ou *Monte-Carlo Search* (MCS) [7, 6].

Recherche appliquée

La méthodologie AOSE ASEME [23] a été utilisée dans le cadre du projet Européen HERA (*Home sERVICES for Specialized Assisted Living*)¹, visant à mettre en place un système permettant de fournir des services d'aide à la vie aux personnes âgées souffrant d'une déficience cognitive légère, d'une maladie d'Alz-

heimer légère ou modérée, et d'autres maladies (diabète, cardio-vasculaire) présentant des facteurs de risque identifiés. ASEME est également utilisé par « l'équipe Kouretes Robocup »² pour modéliser les comportements d'une équipe robots de football.

Nous avons également développé CoQuiAAS [22], un solveur basé sur le problème SAT, qui a pour but d'être un outil générique permettant de traiter efficacement les différents problèmes de raisonnements en argumentation abstraite : calcul d'une/chaque extension, acceptation crédule ou sceptique d'un argument. CoQuiAAS a remporté la compétition ICCMA 2015³, ainsi que la track dédiée à la sémantique *grounded* lors de l'édition suivante (ICCMA 2017). La troisième version du logiciel permet également de raisonner dans un cadre dynamique, c'est-à-dire lorsqu'une tâche de raisonnement doit être réalisée successivement après différentes mises à jour du système.

Plusieurs applications fondées sur nos travaux théoriques en argumentation ont été aussi développées. Le lecteur intéressé peut consulter [20].

Références

- [1] Stephane Airiau, Elise Bonzon, Ulle Endriss, Nicolas Maudet, and Julien Rosit. Rationalisation of profiles of abstract argumentation frameworks. *AAMAS'16*, pages 350–357, 2016.
- [2] Elise Bonzon, Jérôme Delobelle, Sébastien Konieczny, and Nicolas Maudet. Argumentation ranking semantics based on propagation. *COMMA'16*, pages 139–150, 2016.
- [3] Elise Bonzon, Jérôme Delobelle, Sébastien Konieczny, and Nicolas Maudet. A comparative study of ranking-based

1. w3.mi.parisdescartes.fr/hera

2. Ecole Polytechnique de Crète, <http://www.intelligence.tuc.gr/kouretes/web/>, Grèce

3. <http://argumentationcompetition.org>



- semantics for abstract argumentation. *AAAI'16*, pages 914–920, 2016.
- [4] Elise Bonzon, Yannis Dimopoulos, and Pavlos Moraitis. Knowing each other in argumentation-based negotiation. *AA-MAS'12*, pages 1413–1414, 2012.
- [5] Bruno Bouzy. Monte-carlo fork search for cooperative path-finding. *CGW'13*, pages 1–15, 2013.
- [6] Bruno Bouzy. Burnt pancake problem : New lower bounds on the diameter and new experimental optimality ratios. *SoCS 2016*, 2016.
- [7] Bruno Bouzy. An experimental investigation on the pancake problem. *CGW'13*, pages 30–43, 2016.
- [8] Bruno Bouzy. Optimally solving cooperative path-finding problems without hole on rectangular boards with heuristic search. *WoMPF 2016*, 2016.
- [9] Jérôme Delobelle, Adrian Haret, Sébastien Konieczny, Jean-Guy Mailly, Julien Rossit, and Stephan Woltran. Merging of abstract argumentation frameworks. *KR'16*, pages 33–42, 2016.
- [10] Yannis Dimopoulos, Muhammad Adnan Hashmi, and Pavlos Moraitis. μ -satplan : Multi-agent planning as satisfiability. *Knowledge-Based Systems*, 29 :285–296, 2012.
- [11] Yannis Dimopoulos, Jean-Guy Mailly, and Pavlos Moraitis. Control argumentation frameworks. In *AAAI'18*, pages 4678–4685, 2018.
- [12] Yannis Dimopoulos, Jean-Guy Mailly, and Pavlos Moraitis. Argumentation-based negotiation with incomplete opponent profiles. In *AAMAS'19*, pages 1252–1260, 2019.
- [13] Yannis Dimopoulos, Pavlos Moraitis, and Carles Sierra. Some theoretical results on the relationship between argumentation and coherence theory. *AT'16*, 2016.
- [14] Sylvie Doutre and Jean-Guy Mailly. Quantifying the difference between argumentation semantics. *COMMA'16*, pages 255–262, 2016.
- [15] Sylvie Doutre and Jean-Guy Mailly. Semantic change and extension enforcement in abstract argumentation. *SUM'17*, 2017.
- [16] Phan Minh Dung. On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artif. Intell.*, 77(2) :321–358, 1995.
- [17] Nabila Hadidi, Yannis Dimopoulos, and Pavlos Moraitis. Tactics and concessions for argumentation-based negotiation. *COMMA'12*, pages 285–296, 2012.
- [18] Adrian Haret, Jean-Guy Mailly, and Stephan Woltran. Distributing knowledge into simple bases. *IJCAI'16*, pages 1109–1115, 2016.
- [19] Antonis C. Kakas and Pavlos Moraitis. Argumentation based decision making for autonomous agents. In *AAMAS 2003*, pages 883–890, 2003.
- [20] Antonis C. Kakas, Pavlos Moraitis, and Nikolaos I. Spanoudakis. *GORGAS* : Applying argumentation. *Argument & Computation*, 10(1) :55–81, 2019.
- [21] Dionysios Kontarinis, Elise Bonzon, Nicolas Maudet, and Pavlos Moraitis. Picking the right expert to make a debate uncontroversial. *COMMA'12*, pages 486–497, 2012.
- [22] Jean-Marie Lagniez, Emmanuel Lonca, and Jean-Guy Mailly. CoQuiAAS : A constraint-based quick abstract argumentation solver. In *ICTAI'15*, pages 928–935, 2015.
- [23] Nikolaos Spanoudakis and Pavlos Moraitis. Engineering ambient intelligence systems using agent technology. *IEEE Intelligent Systems*, 3 :60–67, 2015.



■ A³ : Apprentissage Automatique et Applications

LIPN (Laboratoire d'informatique de Paris
Nord)/
Université Paris 13
<https://lipn.univ-paris13.fr/accueil/equipe/a3/>

Céline ROUVEIROL
rouveirol@lipn.univ-paris13.fr

Thématique générale de l'équipe

L'équipe A³ a été créée en 2005 avec l'objectif de regrouper les travaux menés en apprentissage artificiel au sein du LIPN. Notre groupe couvre un éventail très large de thèmes, depuis l'apprentissage statistique (supervisé et non supervisé), la fouille de graphes attribués, l'analyse de réseaux sociaux, la programmation logique inductive, et l'apprentissage non supervisé de séries temporelles dans des cadres dédiés *big data*. Seuls les membres permanents et les postdocs sont cités ci-dessous, mais l'équipe est fortement impliquée dans l'encadrement doctoral (environ dix doctorants).

Description des travaux

La structure du groupe est aujourd'hui organisée autour de trois axes de recherche pour lesquels le groupe est largement reconnu :

1. Apprentissage non supervisé de représentations pour le transfert et la collaboration
2. Apprentissage dans les graphes et programmation logique inductive
3. Apprentissage de modèles topologiques à partir de données massives

Apprentissage non supervisé de représentations pour le transfert et la collaboration

Cet axe étudie l'apprentissage non supervisé dans un contexte de données distribuées et le transfert depuis une tâche d'apprentissage

vers une autre tâche. Côté apprentissage par transfert, citons une contribution théorique et algorithmique pour le problème de « *coclustering* » [6]. Côté apprentissage collaboratif, nous avons dans des travaux récents optimisé les liens de collaboration entre les différents algorithmes de clustering [13]. L'équipe développe également des approches de clustering innovantes adaptées à des données relationnelles massives et dynamiques [10]. A l'interface avec l'axe 2, on trouve des travaux sur le clustering de graphes attribués [3].

Membres impliqués⁴

- Younes BENNANI, PR
- Faouzi BOUFARES, MCF
- Guénaël CABANES, MCF
- Nistor GROZAVU, MCF
- Basarab MATEI, MCF
- Parisa RASTIN, Post-doctorat

Apprentissage dans les graphes et programmation logique inductive

Nous nous intéressons dans cet axe à l'apprentissage dans les données relationnelles. L'apprentissage dans les graphes est motivé par des problèmes de fouille de données, avec un fort accent sur la fouille de structures dans les graphes attribués [12], la détection de communautés et la prédiction de lien dans les réseaux complexes (sociaux) [5]. La Programmation Logique Inductive (*ILP* en anglais) recouvre les

4. Seules sont représentées les personnes impliquées dans la thématique ANSRTC.



méthodologies d'apprentissage dans les représentations logiques relationnelles. Nous nous sommes intéressés dans ce cadre à l'apprentissage en situation d'incertitude [1], à l'apprentissage collectif de modèles d'actions [11] ainsi qu'à l'apprentissage pour la décision dans les jeux [8]. Enfin, des travaux récents s'intéressent à l'apprentissage dans un cadre IOT [9].

Membres impliqués⁵

- Dominique BOUTHINON, MCF
- Marc CHAMPESME, MCF
- Pierre GÉRARD, MCF
- Sébastien GUÉRIF, MCF
- Rushed KANAWATI, MCF
- Aomar OSMANI, MCF
- Guillaume SANTINI, MCF
- Henry SOLDANO, MCF
- Céline ROUVEIROL, PR
- Tiphaine VIARD, Post-doctorat

Apprentissage de modèles topologiques à partir de données massives

Cet axe étudie l'apprentissage non-supervisé de topologies cachées dans les données, avec un fort accent sur le passage à l'échelle, en s'appuyant sur des cadres dédiés *Big Data*, de techniques d'apprentissage non supervisé en ligne et à partir de données séquentielles [4] et la réduction de dimension pour le clustering [2]. Ces travaux sont accompagnés d'un effort remarquable de développement de code *open Source* : <https://github.com/Clustering4Ever>. A l'interface avec l'axe 2, des travaux s'intéressent à la distributions de tâches spécifiques à l'apprentissage relationnel [7].

Membres impliqués⁶

- Hanene AZZAG, MCF

5. Seules sont représentées les personnes impliquées dans la thématique AGPLI.

6. Seules sont représentées les personnes impliquées dans la thématique AMTDM.

- Mustapha LEBBAH, MCF
- Anthony COUTANT, Post-doctorat

Références

- [1] D. Bouthinon and H. Soldano. Learning first order rules from ambiguous examples. In *Proc. IEEE 26th ICTAI*, pages 39–46, 2014.
- [2] T. Duong, G. Beck, H. Azzag, and M. Lebbah. Nearest neighbour estimators of density derivatives, with application to mean shift clustering. *Pattern Recognition Letters*, 80 :224–230, 2016.
- [3] I. Falih, N. Grozavu, R. Kanawati, Y. Bennani, and B. Matei. Collaborative multi-view attributed networks mining. In *2018 International Joint Conference on Neural Networks, IJCNN 2018, Rio de Janeiro, Brazil, July 8-13, 2018*, pages 1–8, 2018.
- [4] M. Ghesmoune, H. Azzag, S. Benbernou, M. Lebbah, T. Duong, and M. Ouziri. Big data : From collection to visualization. *Machine Learning. Special issue "Discovery Science"*, 106(6) :837–862, 2017.
- [5] M. Hmimida and R. Kanawati. Community detection in multiplex networks : A seed-centric approach. *Networks and Heterogeneous Media*, 10(1) :71–85, 2015.
- [6] C. Laclau, I. Redko, B. Matei, Y. Bennani, and V. Brault. Co-clustering through optimal transport. In *Proc. ICML 2017*, pages 1955–1964, 2017.
- [7] H. Léger, D. Bouthinon, M. Lebbah, and H. Azzag. An instance based model for scalable θ -subsumption. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 27(7) :1860011, 2018.
- [8] S. Legras, C. Rouveirol, and V. Ventos. The game of bridge : A challenge for ILP. In *Proc. ILP 2018*, pages 72–87, 2018.



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

- [9] A. Osmani, M. Hamidi, and S. Bouhouche. Monitoring of a dynamic system based on autoencoders. In *Proc. IJCAI 2019*, 2019.
- [10] P. Rastin, G. Cabanes, B. Matei, Y. Bennani, and J.M. Marty. A new sparse representation learning of complex data : Application to dynamic clustering of web navigation. *Pattern Recognition*, 91 :291–307, 2019.
- [11] C. Rodrigues, H. Soldano, G. Bourgne, and C. Rouveirol. Collaborative online learning of an action model. In *Solving Large Scale Learning Tasks. Challenges and Algorithms - Essays Dedicated to K. Morik*, pages 300–319, 2016.
- [12] H. Soldano, G. Santini, D. Bouthinon, S. Bary, and E. Lazega. Bi-pattern mining of attributed networks. *Applied Network Science*, 4(1) :37, 6 2019.
- [13] J. Sublime, B. Matei, G. Cabanes, N. Grozavu, Y. Bennani, and A. Cornuéjols. Entropy based probabilistic collaborative clustering. *Pattern Recognition*, 72 :144–157, 2017.



■ MAD : Modèles, Agents, Décision

GREYC

Université de Caen Normandie
<https://zanuttini.users.greyc.fr/>

Bruno ZANUTTINI

bruno.zanuttini@unicaen.fr

Membres

- Grégory BONNET, MCF
- François BOURDON, PR
- Maroua BOUZID, PR
- Laurent JEANPIERRE, MCF
- Bruno MERMET, MCF
- Abdel-Ilah MOUADDIB, PR
- Alexandre NIVEAU, MCF
- Gaële SIMON, MCF
- Bruno ZANUTTINI, PR

Thématique générale de l'équipe

L'équipe MAD du laboratoire GREYC (Normandie Univ. ; UNICAEN, CNRS UMR 6072, ENSICAEN) s'intéresse à l'intelligence artificielle selon trois axes : « Modèles », dans lequel on s'intéresse au raisonnement, essentiellement qualitatif, « Agents », dans lequel on s'intéresse à la fiabilité, à la confiance et à l'éthique dans les systèmes multi-agents, et « Décision », dans lequel on s'intéresse à la planification, multi-agent et sous incertitude. Par ailleurs, dans tous ces domaines, un accent particulier est mis sur l'interaction avec l'homme.

L'équipe s'intéresse à ces aspects sous l'angle de la modélisation, de l'algorithmique et de la complexité : il s'agit d'appréhender les applications et les problématiques scientifiques en proposant si besoin de nouveaux modèles formels, en caractérisant la complexité des problèmes, et en développant de nouveaux algorithmes. L'équipe s'intéresse également aux applications, en particulier à la robotique en interaction avec l'homme.

Description des travaux

Processus décisionnels de Markov. Dans l'axe « Décision », l'équipe s'intéresse principalement à la planification sous incertitude, telle que capturée par les processus décisionnels de Markov, ou *MDP* [14]. Il s'agit là de planifier pour des environnements dans lesquels le résultat des actions est stochastique. L'équipe a une expertise particulière sur les MDP *partiellement observables* et *décentralisés* (DEC-POMDP), dans lesquels plusieurs agents doivent collaborer, sans communication explicite, et sans connaître de façon certaine l'état courant du monde.

Dans le cadre mono-agent, MAD a notamment proposé une extension du modèle des MDP aux préférences lexicographiques conditionnelles, en lieu et place des récompenses scalaires [8], permettant ainsi une modélisation plus fine des problèmes de planification. D'un point de vue plus applicatif, l'équipe a également proposé des modèles pour la gestion des épidémies de troupeaux de bétail [18].

Dans le cadre multi-agent, l'équipe a récemment mis un accent particulier sur les systèmes *ouverts*, dans lesquels des agents peuvent entrer et sortir. Elle a ainsi proposé des approches pour la reformation de coalitions dans des DEC-POMDP avec de telles caractéristiques [2].

Enfin, l'interaction avec l'homme est particulièrement importante dans cet axe. Le projet européen *COACHES* [9]⁷ a notamment impulsé une dynamique importante sur cette thématique, avec l'étude du problème de maintien

7. <http://www.chistera.eu/projects/coaches>



d'intention jointe, c'est-à-dire la problématique consistant à détecter l'intention de l'être humain, et à s'y adapter, pour un robot de service [7]. Un autre aspect important de l'interaction entre la décision automatique et l'être humain est la notion de *conseil* donné par l'être humain à un agent, dans un cadre d'*initiative mixte*. L'équipe s'est particulièrement intéressée à cette problématique en augmentant le modèle des MDP [17] et en s'intéressant au contenu sémantique des conseils [1].

Raisonnement qualitatif et logique. Dans l'axe « Modèles », l'équipe s'intéresse tout d'abord au raisonnement avec des modèles, principalement qualitatifs, du *temps* et de l'*espace*. Elle a étudié le raisonnement avec des connaissances exprimées dans des combinaisons de formalismes qualitatifs, notamment à différents niveaux de granularité [3]. Elle s'est également intéressée à la combinaison spécifique de l'espace et du temps, notamment en étudiant le raisonnement avec des séquences de réseaux de contraintes qualitatifs décrivant des relations spatiales entre objets à différents pas de temps [4].

Un autre thème de cet axe, en lien avec la problématique générale de l'interaction avec l'homme, est la représentation et la manipulation des *préférences*. Outre l'adjonction de préférences au modèle des MDP pour la planification (voir plus haut), elle s'est récemment intéressée à l'apprentissage en ligne de réseaux de préférences conditionnelles, ou *CP-nets* [10].

Enfin, la problématique de la planification, telle qu'étudiée dans l'axe « Décision », a suscité des études sur l'utilisation de formalismes logiques, en particulier *épistémiques* (permettant de raisonner sur les connaissances des agents), pour la planification et la représentation de plans d'actions. L'équipe a notamment développé une approche originale pour la re-

présentation de plans d'actions pour les DEC-POMDP [15], représentation plus compacte et plus lisible (au sens de l'intelligence artificielle « explicable ») que les représentations utilisées de façon classique. Elle a également proposé une structure de données efficace pour la manipulation d'états de connaissances, ou *belief states*, qui interviennent naturellement dans ce cadre [13]. Cette dernière problématique est en lien direct avec la problématique de la *compilation de connaissances* [6], une problématique au cœur du projet ANR *PING/ACK*⁸ auquel l'équipe participe.

Fiabilité, confiance et éthique. Dans l'axe « Agents », MAD développe depuis de nombreuses années un cadre théorique et une plateforme logicielle, appelés *GDT4MAS*, permettant la spécification formelle, la preuve (vérification formelle), et l'implémentation de systèmes multi-agents, permettant ainsi la génération de systèmes multi-agents dont l'exécution se déroule selon les spécifications initiales, de façon garantie par la preuve. Cette approche ouvre par ailleurs de nouveaux horizons, en particulier l'utilisation des *échecs de preuve* pour l'aide au débogage de systèmes multi-agents [12].

Pour ce qui est de la *confiance*, l'équipe développe à la fois des approches de raisonnement logique et des approches basées sur les systèmes de réputation. Concernant la logique, il s'agit de fournir des logiques permettant de parler de la confiance qu'un agent a envers le fait qu'un autre agent est *sincère* [11], et de raisonner avec de telles formules. Ces logiques complètent d'autres approches de la littérature, qui considèrent essentiellement la confiance envers les capacités ou les intentions. Concernant les systèmes de réputation, tels qu'utilisés dans les réseaux pair-à-pair pour construire, de façon décentralisée, une notion

8. <http://www.cril.univ-artois.fr/pingack/>



de confiance « agrégée » des agents du système envers un agent spécifique, l'équipe s'intéresse notamment à la demande *proactive* de témoignages par les agents (par opposition à des réceptions passives) [16].

Enfin, MAD a développé une expertise importante sur la question de la mécanisation de l'*éthique* pour les agents. Cette dynamique a été impulsée en particulier par le projet ANR *ETHICAA*⁹. Dans ce projet pluridisciplinaire, ont notamment été développées des approches pour raisonner automatiquement sur des valeurs et des vertus, de façon contextuelle. En utilisant la logique ou l'argumentation formelle, ces approches visent à construire des systèmes capables de raisonner lors de conflits éthiques, et d'*expliquer* à des utilisateurs humains les décisions qu'ils peuvent prendre [5].

Références

- [1] Florian Benavent and Bruno Zanuttini. An Experimental Study of Advice in Sequential Decision-Making under Uncertainty. In *Proc. 32nd AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2018)*, 2018.
- [2] Jonathan Cohen and Abdel-Ilhah Mouaddib. Power indices for team reformation planning under uncertainty. In *Proc. 18th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS 2019)*, 2019.
- [3] Quentin Cohen-Solal, Maroua Bouzid, and Alexandre Niveau. Checking the Consistency of Combined Qualitative Constraint Networks. In *Proc. 31st AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2017)*, 2017.
- [4] Quentin Cohen-Solal, Maroua Bouzid, and Alexandre Niveau. Temporal Sequences of Qualitative Information : Reasoning about the Topology of Constant-Size Moving Regions. In *Proc. 26th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2017)*, 2017.
- [5] Nicolas Cointe, Grégory Bonnet, and Olivier Boissier. Jugement éthique dans le processus de décision d'un agent BDI. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 31(4) :471–499, 2017.
- [6] Adnan Darwiche and Pierre Marquis. A knowledge compilation map. *J. Artif. Intell. Res.*, 17 :229–264, 2002.
- [7] Fabio-Valerio Ferrari, Laurent Jeanpierre, and Abdel-Ilhah Mouaddib. Flexible POMDP framework for human-robot cooperation in escort tasks. In *Proc. 16th Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS 2017)*, 2017.
- [8] Kyle Hollins, Shlomo Zilberstein, and Abdel-Ilhah Mouaddib. Multi-Objective MDPs with Conditional Lexicographic Reward Preferences. In *Twenty-Ninth Conference on Artificial Intelligence (AAAI)*, 2015.
- [9] Laurent Jeanpierre, Abdel-Ilhah Mouaddib, L. Locchi, Maria Teresa Lazaro, A. Pennisi, Hichem Sahli, Esra Erdem, Ezgi Demirel, and Volkan Patoglu. COACHES : an assistance multi-robot system in public areas. In *Proc. 2017 European Conference on Mobile Robots (ECMR 2017)*, 2017.
- [10] Fabien Labernia, Bruno Zanuttini, Brice Mayag, Florian Yger, and Jamal Atif. Online learning of acyclic conditional preference networks from noisy data. In *Proc. 17th IEEE International Conference on Data Mining (ICDM 2017)*, 2017.
- [11] Christopher Leturc and Grégory Bonnet. A normal modal logic for trust in the sin-

9. <http://ethicaa.org/>



- cerity. In *Proc. 17th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS 2018)*, 2018.
- [12] Bruno Mermet and Gaële Simon. Using proof failures to help debugging MAS. In *Proc. 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2019)*, 2019.
- [13] Alexandre Niveau and Bruno Zanuttini. Efficient Representations for the Modal Logic S5. In *Proc. 25th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2016)*, 2016.
- [14] Martin L Puterman. *Markov decision processes : discrete stochastic dynamic programming*. John Wiley & Sons, 2014.
- [15] Abdallah Saffidine, François Schwarzen- truber, and Bruno Zanuttini. Knowledge- Based Policies for Qualitative Decen- tralized POMDPs. In *Proc. 32nd AAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2018)*, 2018.
- [16] Thibaut Vallée and Grégory Bonnet. Using KL divergence for credibility assess- ment. In *Proc. 2015 International Confe- rence on Autonomous Agents and Multi- agent Systems (AAMAS 2015)*, 2015.
- [17] Loïs Vanhée, Laurent Jeanpierre, and Abdel-Ilhah Mouaddib. Augmenting Mar- kov Decision Processes with Advising. In *Proc. 33rd AAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2019)*, 2019.
- [18] Anne-France Viet, Stéphane Krebs, Oli- vier Rat-Aspert, Laurent Jeanpierre, Ca- therine Belloc, and Pauline Ezanno. A modelling framework based on MDP to coordinate farmers' disease control deci- sions at a regional scale. *PLoS ONE*, 2018.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ CHROMA : Cooperative & Human-aware Robot Navigation in Dynamic Environments

CITI / Equipe CHROMA
INSA de Lyon, Inria Grenoble Rhone-Alpes
<https://team.inria.fr/chroma/>

Olivier SIMONIN

olivier.simonin@insa-lyon.fr

Membres

- Olivier SIMONIN, PR INSA Lyon
- Anne SPALANZANI, MCF Univ. Grenoble
- Christian LAUGIER, DR INRIA
- Jilles S. DIBANGOYE, MCF INSA Lyon
- Fabrice JUMEL, MCF CPE Lyon
- Agostino MARTINELLI, CR INRIA
- Jacques SARAYDARYAN, MCF CPE Lyon

Thématique générale de l'équipe

La vocation de l'équipe est de contribuer à la définition d'algorithmes et de modèles pour la navigation de robots mobiles évoluant dans des environnements incertains et dynamiques. L'équipe explore en particulier les domaines de la perception et de la prise de décision, en considérant les aspects d'autonomie, de contrainte temps réel, de coopération entre robots et d'interaction sociale. Il s'agit de permettre aux robots de réaliser des tâches spatiales en coopération et au service de l'homme. Sur le plan méthodologique, l'équipe contribue aux techniques fondées IA et Contrôle.

Description des travaux

L'équipe Chroma adresse trois problématiques liées à la navigation autonome :

1. Perception pour la prise de décision en conditions fortement contraintes (temps réels, incertitude, perception limitée). Pour cela l'équipe développe depuis plusieurs années le concept de perception Bayésienne, extension des grilles d'occupation par la modélisation et la prédiction des éléments mobiles [8],

couplé récemment à l'identification visuelle sémantique et 3D [2] (coopération avec Christian Wolf, LIRIS, Deep Learning). Le domaine applicatif privilégié de ce thème est le véhicule autonome [9], soutenu par des collaborations avec Renault, Toyota et le CEA (IRT Nanoelec). Nous examinons aussi les problèmes théoriques de la fusion vision/centrale inertielle [4] avec application au drone.

2. Navigation en présence d'humains. Il s'agit de détecter et prévoir les déplacements humains afin de planifier des trajectoires respectant les conventions sociales. L'équipe est pionnière du concept de proxémique, permettant la modélisation des espaces et la sémantique des interactions entre humains [10]. Nous étudions aussi la perception et l'apprentissage des flux humains pour optimiser la navigation dans les foules [3]. Les applications concernent les robots de services/compagnons (e.g. problème de NAMO, *Navigation among Movable Obstacles*) et les navettes autonomes en espaces urbains (e.g. ANR Hianic).

3. Coopération dans les flottes de robots mobiles, terrestres et/ou aériens. Nous considérons des environnements dynamiques, incertains, voire inconnus, que les robots doivent cartographier ou surveiller. Nous explorons des techniques de planification multi-agent (heuristiques [5], stochastiques [7]) avec modélisation de l'incertitude (e.g. MDP [1]). Nous adressons aussi les contraintes de communication [6] et la problématique du passage à l'échelle qui reste un défi central. Dans ce cadre nous examinons des approches décentralisées (*swarm*) et l'ap-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle



Figure 1.1 – (a) Observation multirobot (projet CROME LIRIS-SMA et CITI-CHROMA [5]), (b) Véhicule Zoe automatisé de Chroma/Inria, (c) Modélisation des interactions et planification.

prentissage profond, par exemple pour des problèmes de tournées de véhicules en collaboration avec le groupe VOLVO.

Références

- [1] J. Dibangoye and O. Buffet. Learning to Act in Decentralized Partially Observable MDPs. In *ICML 2018 - 35th International Conference on Machine Learning*, volume 80, pages 1233–1242, 2018.
- [2] Ö. Er kent, C. Wolf, C. Laugier, D. Sierra González, and V. Romero-Cano. Semantic Grid Estimation with a Hybrid Bayesian and Deep Neural Network Approach. In *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems - IROS*, pages 1–8, 2018.
- [3] F. Jumel, J. Saraydaryan, and O. Simonin. Mapping likelihood of encountering humans : application to path planning in crowded environment. In *The Europ. Conf. on Mobile Robotics (ECMR)*, 2017.
- [4] A. Martinelli, A. Renzaglia, and A. Oliva. Cooperative Visual-Inertial Sensor Fusion : Fundamental Equations and State Determination in Closed-Form. *Autonomous Robots*, pages 1–19, 2019.
- [5] L. Matignon and O. Simonin. Multi-robot simultaneous coverage and mapping of complex scene - comparison of different strategies. In *Auto. Agents and Multi-Agent Sys. AAMAS*, pages 559–567, 2018.
- [6] M. Popescu, H. Rivano, and O. Simonin. Multi-robot Patrolling in Wireless Sensor Networks using Bounded Cycle Coverage. In *IEEE ICTAI*, 2016.
- [7] A. Renzaglia, J. Dibangoye, V. Le Doze, and O. Simonin. Combining Stochastic Optimization and Frontiers for Aerial Multi-Robot Exploration of 3D Terrains. In *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 2019.
- [8] L. Rummelhard, A. Nègre, A. Paigwar, and C. Laugier. Ground Estimation and Point Cloud Segmentation using Spatio-Temporal Conditional Random Field. In *IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, pages 1105 – 1110, 2017.
- [9] D. Sierra González, Ö. Er kent, V. Romero-Cano, J. Dibangoye, and C. Laugier. Modeling Driver Behavior From Demonstrations in Dynamic Environments Using Spatiotemporal Lattices. In *IEEE Int. Conf. Robotics and Automation ICRA*, pages 3384–90, 2018.
- [10] P. Vasishtha, D. Vafreydaz, and A. Spalanzani. Building Prior Knowledge : A Markov Based Pedestrian Prediction Model Using Urban Environmental Data. In *ICARCV 15th Int. Conf. on Control, Automation, Robotics and Vision*, pages 1–12, 2018.



■ LaHDAK : Données et Connaissances Massives et Hétérogènes

LRI / LaHDAK

Université Paris Sud, CNRS, Université Paris
Saclay

<https://lahdak.lri.fr/>

Fatiha SAÏS

Fatiha.Sais@lri.fr

Bogdan CAUTIS

Bogdan.Cautis@lri.fr

Membres

- Nicole BIDOIT, PR
- Bogdan CAUTIS, PR
- Philippe CHATALIC, MCF
- Philippe DAGUE, PR
- Benoit GROZ, MCF
- Yue MA, MCF
- Silviu MANIU, MCF
- Nathalie PERNELLE, MCF
- Chantal REYNAUD, PR
- Brigitte SAFAR, MCF
- Fatiha SAÏS, MCF
- Emmanuel WALLER, MCF
- Benoît CHOFFIN, Doctorat
- Thamer MERCHARNIA, Doctorat
- Sanjay RAMACHANDRA RAO, Doctorat
- Yann RAMUSAT, Doctorat
- Yangke SUN, Doctorat
- Zheng ZHANG, Doctorat

Thématique générale de l'équipe

Depuis sa restructuration en 2013, l'objectif de l'équipe LaHDAK (*Large-scale Heterogeneous Data and Knowledge*) est de relever les défis qui découlent du volume croissant des données et des connaissances disponibles et de proposer des solutions permettant de gérer des données complexes, sémantiquement hétérogènes, incertaines, incomplètes et évolutives. Ces données, proviennent de sources variées, telles que le *Web social*, le *Linked Open Data* ou encore les données scientifiques. Les travaux de l'équipe LaHDAK s'intéressent

plus particulièrement aux problèmes d'efficacité, de pertinence sémantique et de robustesse. L'équipe rassemble des expertises complémentaires en logique, en bases de données et dans le domaine du Web sémantique. Ses travaux s'appuient sur des fondements théoriques relevant de la représentation de connaissances, du raisonnement automatique, de la théorie des graphes et de l'apprentissage automatique. Les contributions de recherche de l'équipe LaHDAK dans le domaine de l'intelligence artificielle s'articulent autour de plusieurs thèmes : le liage de données, la découverte de connaissances, l'interrogation et le raisonnement automatique.

Des données ...

L'équipe LaHDAK travaille depuis plusieurs années sur le problème de liage de données, connu aussi dans la littérature sous les termes de *réconciliation de référence*, *entity resolution*, etc.. Ce problème consiste à détecter les descriptions qui réfèrent à la même entité du monde réel (*e.g.* même personne, même lieu). Ce problème surgit dès que l'on souhaite intégrer ou comparer des données provenant de différentes sources de données. Récemment, le liage de données a gagné en importance et en intérêt dans la communauté scientifique depuis la création du *Linked Open Data (LOD)*¹⁰ où de plus en plus de sources de données sont publiées sous la forme de triplets (*Resource Description Framework*)¹¹ de la forme

10. <http://linkeddata.org>

11. RDF (<https://www.w3.org/RDF/>), le standard du W3C pour la représentation de données sur le Web.



< sujet, propriété, objet > (e.g. *< Macron, PrésidentDe, France >*). Ces sources de données peuvent parfois être associées à une ontologie OWL (*Web Ontology Language*)¹² représentant les axiomes du domaine et le vocabulaire utilisé pour décrire les données RDF.

L'équipe LaHDAK a poursuivi les travaux sur les liage de données, initiés dans les travaux de Fatiha Saïs en 2007, en se focalisant davantage sur le problème de l'identité sur le *Web*. En effet, plus de 500 millions liens d'identité, déclarés manuellement ou calculés par des outils de liage de données, sont aujourd'hui publiés sur le LOD. Ces liens, représentés en utilisant le prédicat standard *owl:sameAs*, ne sont malheureusement pas tous corrects au regard de la sémantique stricte de ce prédicat, qui est réflexif, symétrique, transitif et garantissant le partage de propriétés (i.e., $sameAs(x, y) \wedge sameAs(x, z) \Rightarrow sameAs(y, z)$). Par ailleurs, les outils de liage de données n'atteignent pas toujours une précision de 100% en raison de l'hétérogénéité des données et de leur incomplétude. Dans ce cadre l'équipe LaHDAK a proposé différentes méthodes pour détecter les liens d'identité erronés. Une première approche [10] développée dans le cadre du projet ANR Qualinca (2012-2016) utilise les axiomes de l'ontologie pour détecter logiquement les liens erronés, c'est-à-dire, ceux conduisant à une inconsistance. Dans le cadre de la thèse de Joe Raad¹³ financée par le projet LIONES (2015-2018) du *Center for Data Science Paris Saclay*, l'équipe a développé une nouvelle approche [12] qui ne s'appuie que sur la topologie du graphe d'identité lui permettant de passer à l'échelle du LOD et traiter les 28 milliards de triplets. Elle utilise les algorithmes de détection de communautés, la densité des communautés obtenues et la symétrie des liens pour détec-

ter les liens d'identité erronés. Enfin, dans le cadre du projet LIONES en collaboration avec des biologistes de l'INRA, l'équipe a développé un autre type d'approche [13, 14]¹⁴, qui au lieu d'invalider les liens *owl:sameAs*, détecte les liens d'identité contextuels entre instances. Les contextes représentant la partie de l'ontologie pour laquelle les deux instances coïncident sont calculés, représentés dans un treillis et associés de façon explicite aux liens d'identité. Cette approche a été validée sur des données scientifiques complexes décrivant des processus de transformation de micro-organismes.

... en passant pas l'interrogation ...

L'équipe LaHDAK est reconnue pour son expertise en gestion de données massives et en particulier en optimisation et en reformulation de requêtes en utilisant des vues. Les travaux plus récents de l'équipe dans ce domaine se sont notamment focalisés sur l'interrogation de données graphes pouvant être incertains ainsi qu'aux questions de provenance des réponses aux requêtes.

Les travaux de l'équipe se sont d'une part orientés vers la tâche de recherche de contenus dans des données graphes riches représentant des réseaux sociaux ou des données sémantiques RDF. Les contenus sociaux tels que les blogs, les tweets, les nouvelles, *etc.* sont des exemples de ces données graphes riches en informations interconnectées. Dans le cadre de la thèse de Raphaël BONAQUE (2016) [3], un ensemble d'exigences pour l'exploitation significative de ces contenus riches a été d'abord identifié et un nouveau modèle de données S3, le premier à répondre à ces exigences a été ensuite fourni. Ce modèle capture les relations sociales entre utilisateurs, et entre utilisateurs et contenus, mais aussi la structure présente dans

12. OWL (<https://www.w3.org/OWL/>), le standard du W3C pour la représentation des ontologies sur le *Web*

13. Accessit, Prix de Thèse en Intelligence Artificielle, Afia 2019

14. Prix du meilleur article à IC 2017



un contenu social riche, ainsi que sa sémantique. L'équipe a conçu des algorithmes de recherche de mots-clés *top-k* prenant en compte les dimensions sociales, structurées et sémantiques, qui ont été validés par des preuves formelles et par des évaluations expérimentales.

Dans le même contexte, lorsque les données sont incertaines ou probabilistes (par exemple, la distribution de la vitesse ou la probabilité d'une relation existante), l'équipe LaH-DAK a proposé des algorithmes [8] pour permettre une évaluation rapide des requêtes de distance dans les graphes probabilistes, en utilisant la décomposition en arbres des graphes, un concept étroitement lié à celui de la célèbre mesure de largeur d'arbres (*treewidth* pour l'anglais), en créant le framework d'indexage *Prob-Tree*.

La plupart des solutions existantes, qui effectuent une analyse approfondie de l'historique de recherche des utilisateurs (ou des journaux de requêtes), sont largement insuffisantes pour les requêtes longue-traîne qui apparaissent rarement dans les journaux de requêtes. Pour traiter de telles requêtes, l'équipe a étudié une nouvelle solution [5], qui utilise des graphes de connaissances RDF (ou bases de connaissances), tels que YAGO et Freebase. L'approche proposée extrait des entités impliquées dans une requête afin d'en explorer de nouvelles entités dans la source interrogée. Ces entités découvertes sont ensuite utilisées pour suggérer de nouvelles requêtes à l'utilisateur.

Dans l'évaluation d'une requête, il est aussi essentiel de pouvoir comprendre pourquoi certaines données sont obtenues. Il est tout aussi important de pouvoir comprendre pourquoi certaines données attendues sont manquantes dans le résultat d'une requête. Dans le cadre de la thèse de Aikaterini TZOMPANAKI (2015), l'équipe a proposé une définition pour la notion de *requêtes why-not* et de leurs réponses. Un

algorithme efficace NedExplain[2] a été développé pour répondre aux requêtes conjonctives *why-not*. L'algorithme utilise des informations de provenance pour fournir des explications sur l'absence des réponses. L'approche a été intégré dans l'outil d'analyse de données Nautilus¹⁵.

... aux connaissances

Pour extraire de la valeur à partir des nombreuses données disponibles, l'équipe s'intéresse au problème de la découverte de connaissances à partir de données RDF, de réseaux sociaux et de textes. Les connaissances découvertes peuvent être utilisées dans différentes tâches telles que la vérification de la consistance d'une base de connaissances, la détection de liens d'identité, l'extension de requêtes ou encore la recommandation sur le *Web*.

Plus précisément, l'équipe a développé des outils pour la découverte de différents types de connaissances :

Contraintes de clés. Elles représentent l'ensemble de propriétés minimal permettant d'identifier de façon unique une entité (e.g., une personne, un lieu, un gène). Ces contraintes de clés sont particulièrement utiles pour les algorithmes de liage de données pour qui, lorsque les données sont volumineuses et complexes, il est difficile de faire appel à un expert humain pour spécifier les clés. C'est pour cela que l'équipe LaH-DAK a développé les premières méthodes dans le domaine qui permettent de découvrir automatiquement les clés à partir des données RDF. Ces travaux initiés dans le cadre du projet ANR Qualinca (2012-2016) et de la thèse de Danai SYMEONIDOU (2014) ont conduit au développement de trois méthodes pour la découverte de *clés exactes* (KD2R[11]), de *clés avec exceptions* (SAKey [15]) tolérant quelques er-

15. <https://team.inria.fr/oak/projects/nautilus/>



reurs/redondances dans les données et de *clés conditionnelles* (VICKEY [16]) qui ne sont valides que sur une partie des données. Toutes ces méthodes ont été évaluées et validées sur des jeux de données réels issus du Web de données tels que DBpedia et Yago pouvant contenir plusieurs millions d'instances.

Définitions de concepts représentant de façon formelle des concepts spécifiques à un domaine (e.g. destination-avec-sport-aquatique-hiver). Tout d'abord, dans le cadre de la thèse de Céline ALEC (2016) en collaboration avec la start-up Wepingo, l'équipe a développé une approche [1] basée sur un outil d'apprentissage supervisé pour la découverte de concepts. Ces concepts sont ensuite utilisés par l'aide d'un raisonneur pour l'annotation d'un corpus de textes.

Par ailleurs, dans le cadre de la thèse de Luis PALACIOS (2019) en collaboration avec Thalès, une approche [9] de découverte de concepts complexes dans une ontologie en logique de description a été récemment développée. L'approche consiste à apprendre des motifs de concepts pertinents à partir de données peu volumineuses. Les résultats de cette approche ont été intégrés dans une plate-forme *Thales Research Technology* pour aider les experts en avionique à réparer les équipements.

Maximisation d'influence consistant à découvrir les nœuds (les utilisateurs) les plus influents dans un réseau social pouvant être utilisés en priorité pour maximiser la diffusion d'informations. Dans le cadre de la thèse de Paul LAGREE (2017), l'équipe a étudié le problème de maximisation de l'influence en ligne avec persistance (i.e., les nœuds précédemment activés restent actifs de manière persistante). L'approche développée [7] s'appuie sur des techniques d'ap-

prentissage adaptatif par bandit à plusieurs bras. Les évaluations sur des données réelles montrent que l'approche permet d'obtenir une diffusion d'information de grande qualité tout en étant beaucoup plus efficace que les méthodes de maximisation d'influence les plus récentes.

... ou encore au raisonnement

Les données et les connaissances disponibles sont inévitablement imparfaites et souvent volumineuses. Le raisonnement sur des bases de connaissances incohérentes est un défi de longue date dans la communauté de l'intelligence artificielle. Ces dernières années, la mesure de l'incohérence s'est avérée utile dans diverses applications. Dans ce contexte, les travaux de l'équipe LaHDAK se sont focalisés sur le raisonnement et l'interrogation dans des bases de connaissances avec incohérence/incertitude, ainsi que sur la mesure de l'incohérence des bases de connaissances logiques, dans le but de tolérer des données sémantiques imparfaites. L'équipe a proposé un cadre général pour définir une famille de mesures d'incohérence à grain fin pour les bases de connaissances propositionnelles [6]. Un ensemble d'encodages basés sur MinCostSAT est fourni, ce qui permet d'utiliser des solveurs SAT efficaces pour le calcul des mesures proposées. Les résultats expérimentaux ont montré que le cadre proposé offre un large éventail de possibilités pour évaluer de vastes bases de connaissances.

Enfin, en vue d'assurer l'accès aux connaissances les plus pertinentes contenues dans des grandes ontologies, l'équipe LaHDAK a étudié le problème de l'extraction de d'extraits et de modules minimaux dans les ontologies représentées en logique de description. Dans le cadre de la thèse de Jieying CHEN (2018), l'équipe a développé deux méthodes [4] pour l'extraction des meilleurs extraits et des modules mi-



nimaux qui s'appuient sur des techniques telles que la justification de la subsomption, les solveurs Max-SAT partiel et les raisonneurs en logique de description. Une évaluation expérimentale a été conduite et a montré de bons résultats sur des ontologies volumineuses dans le domaine bio-médical.

Références

- [1] Céline Alec, Chantal Reynaud-Delaître, and Brigitte Safar. An Ontology-Driven Approach for Semantic Annotation of Documents with Specific Concepts. In *13th Extended Semantic Web Conference (ESWC'16)*, pages 609–624, Heraklion, Greece, May 2016. Springer.
- [2] Nicole Bidoit, Melanie Herschel, and Katerina Tzompanaki. Query-based why-not provenance with nedexplain. In *17th International Conference on Extending Database Technology, (EDBT)*, pages 145–156, 2014.
- [3] Raphaël Bonaque, Bogdan Cautis, François Goasdoué, and Ioana Manolescu. Social, structured and semantic search. In *19th International Conference on Extending Database Technology (EDBT'16)*, pages 29–40, 2016.
- [4] Jieying Chen, Michel Ludwig, Yue Ma, and Dirk Walther. Zooming in on ontologies : Minimal modules and best excerpts. In *16th International Semantic Web Conference (ISWC'17)*, pages 173–189, 2017.
- [5] Zhipeng Huang, Bogdan Cautis, Reynold Cheng, and Yudian Zheng. Kb-enabled query recommendation for long-tail queries. In *25th ACM International Conference on Information and Knowledge Management, (CIKM'16)*, pages 2107–2112, 2016.
- [6] Saïd Jabbour, Yue Ma, Badran Raddaoui, Lakhdar Sais, and Yakoub Salhi. A MIS partition based framework for measuring inconsistency. In *15th International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'16)*, pages 84–93, 2016.
- [7] Paul Lagrée, Olivier Cappé, Bogdan Cautis, and Silviu Maniu. Effective large-scale online influence maximization. In *ICDM 2017 - IEEE International Conference on Data Mining*, pages 937–942, 2017.
- [8] Silviu Maniu, Reynold Cheng, and Pierre Senellart. An indexing framework for queries on probabilistic graphs. *ACM Trans. Database Syst.*, 42(2) :13 :1–13 :34, 2017.
- [9] Luis Palacios, Yue Ma, Chantal Reynaud, and Gaëlle Lortal. Towards situation discovery for clustering instances. In *Proceedings of the 32nd International Workshop on Description Logics.*, 2019.
- [10] Laura Papaleo, Nathalie Pernelle, Fatiha Sais, and Cyril Dumont. Logical detection of invalid sameas statements in RDF data. In *19th International on Knowledge Engineering and Knowledge Management - (EKAW'14)*, pages 373–384, 2014.
- [11] Nathalie Pernelle, Fatiha Sais, and Danaï Symeonidou. An automatic key discovery approach for data linking. *Journal of Web Semantics*, 23 :16–30, 2013.
- [12] Joe Raad, Wouter Beek, Frank van Harmelen, Nathalie Pernelle, and Fatiha Sais. Detecting erroneous identity links on the web using network metrics. In *17th International Semantic Web Conference (ISWC'18)*, pages 391–407, 2018.
- [13] Joe Raad, Nathalie Pernelle, and Fatiha Sais. Détection de liens d'identité contextuels dans une base de connaissances. In *28es Journées francophones d'Ingénierie*



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

- des Connaissances (IC'17)*, pages 56–67, 2017.
- [14] Joe Raad, Nathalie Pernelle, and Fatiha Saïs. Detection of contextual identity links in a knowledge base. In *Proceedings of the Knowledge Capture Conference, K-CAP 2017, Austin, TX, USA, December 4-6, 2017*, pages 8 :1–8 :8, 2017.
- [15] Danai Symeonidou, Vincent Armant, Nathalie Pernelle, and Fatiha Saïs. Sa-key : Scalable almost key discovery in RDF data. In *13th International Semantic Web Conference (ISWC'14)*, pages 33–49, 2014.
- [16] Danai Symeonidou, Luis Galárraga, Nathalie Pernelle, Fatiha Saïs, and Fabian M. Suchanek. VICKEY : mining conditional keys on knowledge bases. In *16th International Semantic Web Conference (ISWC'17)*, pages 661–677, 2017.



■ WIMMICS : Web-Instrumented Man-Machine Interactions, Communities and Semantics

Université Côte d'Azur, Inria, I3S, CNRS
<https://team.inria.fr/wimmics/>

Fabien GANDON

fabien.gandon@inria.fr

Catherine FARON

faron@unice.fr

Membres

- Michel BUFFA, MCF UCA
- Elena CABRIO, MCF UCA
- Olivier CORBY, CR INRIA
- Catherine FARON, MCF UCA
- Fabien GANDON, DR INRIA
- Nhan LE THANH, PR UCA
- Franck MICHEL, CR CNRS
- Isabelle MIRBEL, CR UCA
- Peter SANDER, PR UCA
- Andrea TETTAMANZI, PR UCA
- Serena VILLATA, CR CNRS

Thématique générale de l'équipe

Le *Web* s'est développé pour devenir un vaste réseau de données distribuées et hétérogènes et un formidable espace collaboratif pour des intelligences naturelles et artificielles. Il est devenu un objet de science : un système très complexe dont l'étude nécessite une approche scientifique multidisciplinaire. En s'appuyant sur les formalismes du *Web* sémantique, Wimmics contribue à cette compréhension en proposant une approche pour analyser et modéliser les nombreux aspects de ces systèmes d'information imbriqués, les communautés d'utilisateurs et leurs interactions. L'équipe formalise et conçoit des algorithmes notamment en IA pour proposer de nouveaux outils d'analyse et indicateurs, et supporter de nouvelles fonctionnalités et une meilleure gestion. [7]

Mots-clés

Intelligence Artificielle, *Web* sémantique, Données liées, Graphe de connaissance, Représentation des connaissances et raisonnement.

Description des travaux

Un certain nombre de tâches classiques que nous exécutons sur le *Web* peuvent bénéficier de l'intelligence artificielle, e.g. pour faciliter la recherche, l'exploration, la navigation, l'exploration, l'intégration des sources de données, l'exploration, etc. Il y a une synergie entre l'IA et les données trouvées sur le *Web*. L'IA peut nous aider à extraire, conserver, enrichir, partager et maintenir des graphes de connaissances [12]. Inversement, l'IA peut être alimentée par des données provenant du *Web* pour apprendre et raisonner, par exemple pour fournir des connaissances externes afin d'améliorer les interactions [4] et les comportements des systèmes [13] ou pour améliorer les analyses de données et les prédictions comme dans le cas des villes intelligentes ou dans le domaine de la santé [9].

Les IA sur le *Web* peuvent participer activement à l'activité en ligne et, par exemple, prévenir le harcèlement [1]. Le couplage de l'intelligence artificielle et du *Web* a le potentiel d'amener nos interactions à un niveau supérieur d'intelligence [8] et de prendre en compte des aspects complexes tels que le rôle des émotions dans les débats en ligne [3]. Un objectif important de la 'Science du *Web*' est donc la production d'IA bienveillantes par conception pour



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

le bien du *Web* et de la société. Par exemple, l'IA éducative pourrait aider à éduquer les internautes dans de nombreux domaines [11].

Le *Web* requiert une diversité de formes d'intelligence pour faire face aux nombreux types de diversité que l'on trouve en ligne (contenus, utilisateurs, contextes, tâches, usages, ressources, etc.). Par nature et pour faire face à son expansion et à son évolution, le *Web* a besoin de progrès en intelligence distribuée et en intelligence située. Cette étude doit inclure différentes formes d'intelligence naturelle (par exemple les personnes, les animaux connectés, les plantes connectées) et différentes formes d'intelligence artificielle (raisonnement, apprentissage, induction, etc.) [6].

Ce programme de recherche peut également être considéré comme faisant du *Web* un point de rencontre entre deux domaines de recherche nés dans les années 50 : IA pour « Intelligence Artificielle » [10] et AI pour « Amplification de l'Intelligence » [2] et Augmentation de l'Intelligence » [5].

Références

- [1] P. Arslan, M. Corazza, E. Cabrio, and S. Villata. Overwhelmed by Negative Emotions? Maybe You Are Being Cyberbullied! In *SAC 2019*.
- [2] R. Ashby. Design for an intelligence-amplifier. *Automata studies*, 400, 1956.
- [3] S. Benlamine, M. Chaouachi, S. Villata, E. Cabrio, C. Frasson, and F. Gandon. Emotions in Argumentation : an Empirical Evaluation. In *IJCAI 2015*.
- [4] M. Buffa, C. Faron Zucker, T. Bergeron, and H. Aouzal. Semantic Web Technologies for improving remote visits of museums, using a mobile robot. *ISWC 2016 Posters & Demonstrations*.
- [5] D. C Engelbart. Augmenting human intellect : A conceptual framework. Technical report, Stanford Research Institute, 1962.
- [6] F. Gandon. Web Science, Artificial Intelligence and Intelligence Augmentation (in Dagstuhl Perspectives Workshop 18262 - 10 Years of Web Science). Technical report, 2018.
- [7] F. Gandon, M. Buffa, E. Cabrio, O. Corby, C. Faron Zucker, A. Giboin, N. Le Thanh, I. Mirbel, P. Sander, A. G. B. Tettamanzi, and S. Villata. Challenges in Bridging Social Semantics and Formal Semantics on the Web. In *ICEIS 2013*.
- [8] F. Gandon and A. Giboin. Paving the WAI : Defining Web-Augmented Interactions. In *WebSci17*.
- [9] R. Gazzotti, C. Faron Zucker, F. Gandon, V. Lacroix-Hugues, and D. Darmon. Injecting Domain Knowledge in Electronic Medical Records to Improve Hospitalization Prediction. In *ESWC 2019*.
- [10] J. McCarthy, M. Minsky, N. Rochester, and C. Shannon. A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, 1955.
- [11] O. Rodríguez Rocha, C. Faron Zucker, and A. Giboin. Extraction of Relevant Resources and Questions from DBpedia to Automatically Generate Quizzes on Specific Domains. In *ITS 2018*.
- [12] A. G. B. Tettamanzi, C. Faron Zucker, and F. Gandon. Dynamically Time-Capped Possibilistic Testing of SubClassesOf Axioms Against RDF Data to Enrich Schemas. In *K-CAP 2015*.
- [13] J. Young, V. Basile, L. Kunze, E. Cabrio, and N. Hawes. Towards Lifelong Object Learning by Integrating Situated Robot Perception and Semantic Web Mining. In *ECAI 2016*.

<https://hal.inria.fr/WIMMICS>
<https://team.inria.fr/wimmics/productions/articles>



■ mOeX : Évolution de la connaissance

LIG/mOeX
INRIA & Univ. Grenoble Alpes
<https://moex.inria.fr>

Jérôme EUZENAT
Jerome.Euzenat@inria.fr

Membres

- Manuel ATENCIA, MCF Univ. Grenoble Alpes
- Jérôme DAVID, MCF Univ. Grenoble Alpes
- Jérôme EUZENAT, DR INRIA

Thématique générale de l'équipe

mOeX travaille dans le domaine de la représentation des connaissances et plus spécifiquement de la connaissance vivante, c'est-à-dire hétérogène et évolutive.

Nos travaux ont longtemps été motivés par le développement du web sémantique. Nous avons en particulier fortement contribué à la mise en correspondance d'ontologies [4]. Aujourd'hui, mOeX s'intéresse spécifiquement à deux sujets :

- le liage des données et en particulier l'étude des clés de liage,
- l'évolution culturelle de la connaissance.

Liage de données et clés de liage

Le besoin d'accès aux données par la société a conduit à la publication, par des acteurs divers (gouvernement, universités, acteurs culturels), de vastes corpus de données exprimées dans les formalismes du web sémantique (principalement RDF). Une part importante de la valeur ajoutée des données liées réside dans les liens identifiant la même entité dans différents jeux de données. Par exemple, cela permet d'identifier les mêmes ouvrages dans différentes sources de données bibliographiques. Les liens permettent d'exploiter conjointement les données de ces sources.

Nous appelons la tâche consistant à extraire ces liens, liage de données (data inter-linking). Elle consiste, à partir de deux sources de données en RDF, à engendrer un ensemble de liens entre identifiants des deux sources faisant référence à la même entité. Elle est pilotée par une spécification de liage. Différents types de spécifications sont disponibles. La plus répandue consiste à calculer une distance entre les descriptions des ressources et à estimer que plus ils sont proches, plus ils ont de chance d'identifier la même ressource.

Un autre type de spécification est ce que nous appelons 'clé de liage' (*link key*). Les clés de liage généralisent les clés de bases de données dans deux directions : elles fonctionnent avec des données représentés en RDF, et elles s'appliquent à deux jeux de données indépendants.

Un exemple de clé de liage est :

$\{\langle \text{auteur}, \text{creator} \rangle\} \{\langle \text{titre}, \text{title} \rangle\} \times \langle \text{Livre}, \text{Book} \rangle$

qui signifie que si deux instances des classes *Livre* et *Book* respectivement, ont les mêmes valeurs pour les propriétés *auteur* et *creator* et au moins une valeur commune pour les propriétés *titre* et *title*, alors elles dénotent la même ressource.

On s'intéresse principalement à deux opérations sur les clés de liage : leur extraction à partir de deux sources de données, et le raisonnement prenant en compte les clés de liages comme axiomes.

Extraction de clés de liage Une première méthode a été conçue pour extraire les clés de liage entre deux classes [1]. Elle commence par



extraire des clés candidates puis les évalue à l'aide de mesures adaptées.

Nous avons reformulé l'étape d'extraction de clés candidates en un problème d'analyse formelle de concepts (FCA) pour le cas simple des bases de données. Nous avons étendu ce travail pour prendre en compte les attributs non fonctionnels et les dépendances entre clés de liage (lorsque les conditions d'une clé nécessitent de déterminer l'égalité de deux instances d'autres classes, ce qui utilise une autre clé. Pour prendre en compte les références circulaires, il est devenu nécessaire d'adapter les techniques d'analyse relationnelle de concepts (RCA) au cas des clés de liage [2].

Nous travaillons aussi à l'élaboration d'algorithmes de recherche pour des clés de liage composées ou incluant de expressions de classes et de propriétés non atomiques. Cela augmente la complexité du problème à résoudre. En ce qui concerne l'évaluation des clés obtenues, nous développons de nouvelles mesures de qualité.

Raisonnement avec des clés de liage Les clés de liages peuvent être considérées comme des axiomes d'une logique de description. Il est alors possible de les utiliser pour déduire de nouveaux liens, de nouvelles assertions voire d'autres clés de liage. Pour ce faire, nous avons étendu la méthode des tableaux appliquée à ces logiques, en particulier *ALC*.

Une perspective intéressante de ces travaux est d'être capable d'utiliser les procédures de raisonnement lors de l'extraction.

Collaborations Ces travaux sont développés dans le cadre du projet ANR [Elker](#) en collaboration avec les équipes LORIA/Orpailleur (Amedeo Napoli, Miguel Couceiro), LIASD (Myriam Lamolle, Chan Le Duc) et LIG/Slide (Marie-Christine Rousset). Nous collaborons aussi dans le cadre du PEPS RegleX-LD avec

IRIT/Melodi (Cássia Trojahn, Élodie Thiéblin), LRI/LaHDAK (Nathalie Pernelle, Fatiha Saïs) et INRA/LInK (Liliana Ibanescu).

Évolution culturelle de la connaissance

mOeX aborde l'évolution des représentations de connaissance chez les individus et les populations. Notre ambition est de répondre en particulier aux questions suivantes :

- Comment des populations d'agents adaptent-elles leurs connaissances à leur environnement et aux autres populations ?
- Comment cette connaissance doit-elle évoluer lorsque l'environnement change et que de nouvelles populations se rencontrent ?
- Comment les agents peuvent-ils préserver la diversité des connaissances et cette diversité est-elle bénéfique ?

Nous les étudions principalement dans un contexte informatique contrôlé.

À cette fin, nous combinons des méthodes de représentation des connaissances et d'évolution culturelle expérimentale. Les premières fournissent des modèles formels de la connaissance ; les secondes un cadre bien défini pour étudier l'évolution située.

Nous considérons la connaissance comme une culture et étudions les propriétés globales des opérateurs d'adaptation locale appliquées par des populations d'agents en :

- testant expérimentalement les propriétés des opérateurs d'adaptation dans diverses situations en utilisant l'évolution culturelle expérimentale, et
- déterminant théoriquement ces propriétés en modélisant la manière dont les opérateurs façonnent la représentation de la connaissance.

Simulation de l'évolution de la connaissance

Nous simulons l'évolution d'alignements entre



ontologies utilisées par des agents pour communiquer. Les agents ne connaissent que leurs ontologies et leurs alignements avec les autres et agissent de manière totalement décentralisée. Ils jouent à un jeu dans lequel ils utilisent les alignements pour reclassifier des objets d'une ontologie à une autre. Lorsque les agents détectent une erreur de reclassification ils réagissent en appliquant un opérateur d'adaptation à l'alignement utilisé.

De telles expériences de réparation ont révélé que des agents dotés d'opérateurs très simples peuvent effectivement réparer des réseaux aléatoires d'ontologies [5, 3]. En faisant varier les modalités d'application des opérateurs (expansion, relation, génération, renforcement), il est possible s'approcher des alignements idéaux entre les ontologies et de partir d'alignements vides.

Nous développons ce type d'expériences avec des populations d'agents différentes (caractérisées, par exemple, par les ontologies qu'elles utilisent). Cela nous permet d'étudier des phénomènes comme la synchronisation entre agents de la même population ou la transmission verticale de connaissance entre générations d'agents.

Modèles théoriques Nous développons une logique épistémique dynamique afin de saisir la dynamique du jeu de réparation d'alignement. Les ontologies sont modélisées en tant que connaissances et les alignements en tant que croyances. La dynamique du jeu est réalisée par des annonces (publiques) et les opérateurs d'adaptation par des mises à jour conservatives, c'est-à-dire des modalités qui transforment les modèles. Cela nous a permis d'établir formellement certaines limites logiques des opérateurs proposés, en particulier leur redondance pour un raisonneur logique complet. Ces résultats sont valables pour un agent du jeu mais pas nécessairement pour l'autre qui peut

ne pas connaître les classes par lesquelles l'alignement est réparé, ni les relations entre-elles. Le premier problème peut être traité en déclarant que les agents connaissent la signature des deux ontologies (hypothèse de signature publique), mais cela ne permet pas aux ontologies d'évoluer. Nous étudions actuellement la sémantique partielle comme une solution plus dynamique à ce problème.

Méthodologie expérimentale Nous décrivons nos expériences afin que d'autres et nous-mêmes puissions les répéter. Elles sont exécutées dans notre logiciel *Lazy lavender* qui utilise des scripts pour les spécifier, exécuter et analyser. Bien que ces descriptions soient encore ad hoc, c'est un premier pas vers l'exécution et l'analyse automatique des expériences. En particulier, *Lazy lavender* engendre une spécification de conteneur Docker pouvant rejouer les expériences dans les mêmes conditions ou après une mise à jour de la plateforme. La publication des expériences sur notre [wiki](#) est également facilitée par ce processus.

Collaborations Ce travail est jusqu'ici développé indépendamment, mais la chaire sur l'évolution de la connaissance de l'institut 3IA de Grenoble ([MIAI](#)) devrait permettre de renforcer les liens avec d'autres équipes locales (Tyrex : Pierre Genevès et Nabil Layaida ; Yves Demazeau) et étrangères.

Références

- [1] Manuel Atencia, Jérôme David, and Jérôme Euzenat. Data interlinking through robust linkkey extraction. In *Proc. 21st european conference on artificial intelligence (ECAI), Praha (CZ)*, pages 15–20, 2014.
- [2] Manuel Atencia, Jérôme David, Jérôme Euzenat, Amedeo Napoli, and Jérémy Vizini. Link key candidate extraction with re-



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

- lational concept analysis. *Discrete applied mathematics*, 2019. to appear.
- [3] Jérôme Euzenat. Interaction-based ontology alignment repair with expansion and relaxation. In *Proc. 26th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), Melbourne (VIC AU)*, pages 185–191, 2017.
- [4] Jérôme Euzenat and Pavel Shvaiko. *Ontology matching*. Springer, Heidelberg (DE), 2nd edition, 2013.
- [5] Jérôme Euzenat. First experiments in cultural alignment repair (extended version). In *Proc. ESWC 2014 satellite events revised selected papers*, number 8798 in Lecture notes in computer science, pages 115–130, 2014.



AfIA
Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Comptes rendus de journées, événements et conférences

**AfIA**Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ EGC&IA : Extraction et Gestion des Connaissances & Intelligence Artificielle

Par

Nathalie PERNELLEUniversité Paris Sud, CNRS,
Université Paris Saclay
pernelle@lri.fr**Fatiha SAÏS**Université Paris Sud, CNRS,
Université Paris Saclay
sais@lri.fr**Cyril DE RUNZ**CReSTIC
Université de Reims Champagne-Ardenne
cyril.de-runz@univ-reims.fr

La 4^e journée thématique **Extraction et Gestion des Connaissances & Intelligence Artificielle** (EGC&IA), organisée par l'AfIA et EGC s'est tenue le vendredi 10 mai 2019 à l'Université Paris Sud, au sein du Laboratoire de Recherche en Informatique (LRI). Cette édition avait pour objectif d'offrir un panorama d'approches dédiées à la découverte de connaissances dans le *Web* des données.

Nous assistons aujourd'hui à une production de données structurées sans précédent via le *Web* de données, qu'il s'agisse de données académiques, gouvernementales ou industrielles accessibles. Bien que incomplets, hétérogènes et pouvant contenir des erreurs, ces données, données graphe ou graphes de connaissances, contiennent un gisement d'informations important qui peut être exploité pour découvrir automatiquement de nouvelles connaissances.

Cette journée a permis à des chercheurs académiques et industriels d'initier des échanges autour de cette thématique. 57 chercheurs étaient inscrits à cette journée dont 7 étaient issus du monde de l'industrie.

Programme de la journée

9h15. Accueil des participants**9h45.** « Présentations de l'AfIA et d'EGC », par Yves DEMAZEAU (Président de l'AfIA) et Cyril DE RUNZ (Membre du bureau de l'association EGC)**10h00.** Conférencier invité : Luis GALARRAGA (CR INRIA à l'IRISA) sur le thème de « *Interpretability in classifiers : Hybrid techniques based on black-box classifiers and interpretable control modules* »**11h00.** « *Learning How to Correct a Knowledge Base* », par Thomas PELLISSIER TANNON, Camille BOURGAUX, Fabian SUCHANEK**11h30.** « *Towards Interactive Causal Relation Discovery Driven by an Ontology* », par Melanie MUNCH, Juliette DIBIE-BARTHÉLEMY, Pierre-Henri WUILLEMIN, Cristina MANFREDOTTI**12h00-13h30.** Pause déjeuner**13h30.** « *Enhancing the interlinking quality : A structure-based approach* », par Pierre-Henri PARIS, Fayçal HAMDI, Samira SI-SAÏD CHERFI**14h00.** « *Scalable Schema Discovery for RDF Data* », par Redouane BOUHAMOUM, Zoubida KEDAD, Stéphane LOPES**14h30.** « *Revealing the Conceptual Schemas of RDF Datasets* », par Subhi ISSA, Pierre-Henri PARIS, Fayçal HAMDI, Samira SI-SAÏD CHERFI**15h00-15h30.** pause**15h30.** « *Using Redescriptions and Formal Concept Analysis for Mining Definitions in Linked Data* », par Justine REYNAUD, Yannick TOUSSAINT, Amedeo NAPOLI**16h00.** « *Linkex : A Tool for Link Key Discovery Based on Pattern Structure* », par Na-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

cira ABBAS, Jérôme DAVID, Amedeo NAPOLI

16h30. Clôture de la journée

Résumés des différentes interventions

10h00 - Conférencier invité : Luis GALARRAGA (CR INRIA à l'IRISA, prix de thèse EGC 2017) « *Interpretability in classifiers : Hybrid techniques based on black-box classifiers and interpretable control modules* »

Les dernières avancées technologiques reposent sur des systèmes d'aide à la décision dont certains sont efficaces mais construits sous forme de boîtes noires. La logique interne utilisée par de tels systèmes est rarement rendue explicite à l'utilisateur, souvent en raison de leur complexité. Dans cet exposé, Luis GALARRAGA a tout d'abord montré que ce manque d'explication peut entraîner des problèmes techniques, éthiques et juridiques. Ainsi, si le module de contrôle d'une voiture autonome a échoué à détecter un piéton, il est essentiel de savoir pourquoi le système s'est trompé. De plus, le système de décision peut également comporter des biais inacceptables. Récemment, le Parlement européen a adopté le règlement général sur la protection des données (RGPD), loi qui introduit l'idée que les êtres humains devraient avoir la possibilité d'obtenir une explication d'une décision proposée par traitement automatisé et de contester cette décision. Pour toutes ces raisons, de multiples approches cherchent à fournir des explications compréhensibles pour les classificateurs d'apprentissage automatique (*i.e.* réseaux de neurones, *random forests*, ou SVM). L'exposé a permis de passer en revue les différents travaux de recherche visant à l'interprétabilité de ces systèmes et de montrer la difficulté d'obtenir un compromis en précision et interprétabilité.

11h00 - « *Learning How to Correct a Knowledge Base* » (Thomas PELLISSIER TANON,

Télécom ParisTech) Thomas PELLISSIER TANON a présenté une approche dont l'objectif est de corriger une base de connaissances. Les tâches de détection de données erronées et de correction des erreurs sont coûteuses. Thomas a montré, sur l'exemple des données de Wikidata, qu'il était possible de tirer parti de l'historique d'édition d'une base de connaissances pour apprendre à corriger automatiquement les nouvelles violations de contraintes similaires.

11h30 - « *Towards Interactive Causal Relation Discovery Driven by an Ontology* » (Melanie MUNCH, AgroParisTech/INRA)

L'exposé de Melanie MUNCH concernait la recherche de relations causales dans des données sémantiques issues d'expérimentations scientifiques. L'approche développée permet d'aider les utilisateurs à découvrir de telles relations dans des données graphe en combinant la représentativité des ontologies et la flexibilité des modèles relationnels probabilistes. L'exposé a montré que ce travail permettait de fournir un processus interactif et itératif permettant aux utilisateurs de valider ou de modifier facilement les résultats obtenus sur des données de l'INRA.

13h30 - « *Enhancing the interlinking quality : A structure-based approach* » (Pierre-Henri PARIS, CNAM) L'exposé de Pierre-Henri PARIS a porté sur le liage de données RDF. L'un des principaux moyens de lier des jeux de données est d'utiliser le constructeur OWL *owl:sameAs* qui indique que deux objets sont identiques. Cependant l'identité est souvent relative et dépend du contexte d'utilisation. L'approche de liage présentée permet la prise en compte des axiomes ontologiques et des éléments statistiques sur l'utilisation des propriétés. L'exposé a montré que les résultats expérimentaux obtenus sur des ensembles de données réelles sont prometteurs.

14h00 - « *Scalable Schema Discovery for RDF Data* » (Redouane BOUHAMOUM, Uni-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

versité de Versailles)

Redouane BOUHAMOUM nous a présenté une approche de découverte de schéma. Quand les données ne sont pas conformes au schéma déclaré ou quand celui-ci est incomplet ou absent, il est difficile d'exploiter les sources de données. Afin de traiter de grandes quantités de données, les auteurs de ce travail proposent de construire une représentation condensée des données initiales en extrayant des modèles représentant les combinaisons de propriétés existantes. Le regroupement est alors effectué sur ces modèles et non sur le jeu de données initial. Les évaluations expérimentales réalisées sur de gros volumes de données ont montré l'efficacité de l'approche.

14h30 - « *Revealing the Conceptual Schemas of RDF Datasets* » (Subhi ISSA, CNAM) Subhi ISSA a également présenté des travaux liés à la découverte de schéma. Les données RDF sont souvent incomplètes et leur contenu évolue continuellement. Dans le contexte du *Web* des données, le schéma est souvent implicite. L'approche LOD-CM proposée combine des approches d'exploration de données et d'évaluation de la qualité pour trouver, pour un jeu de données, un schéma qui réponde aux attentes des utilisateurs en matière de contraintes d'exhaustivité des données.

15h30 - « *Using Redescriptions and Formal Concept Analysis for Mining Definitions in Linked Data* » (Justine REYNAUD, Université de Lorraine, Nancy) Cet exposé de Justine REYNAUD portait sur la comparaison de l'utilisation des techniques de *Redescription Mining*

(RM) et d'*Association Rule Mining* (ARM) pour la découverte de définitions de classes dans des données ouvertes liées (LOD). Les techniques de RM visent à extraire des descriptions alternatives à partir de deux jeux de données liés au même ensemble d'individus. Les deux types d'approche ont été utilisés de manière conjointe pour fournir des définitions de catégorie dans DBpedia en termes de conditions nécessaires et suffisantes (NSC) et cette expérimentation a permis une analyse des forces et des limites des deux approches.

16h00 - « *Linkex : A Tool for Link Key Discovery Based on Pattern Structure* » (Nacira ABBAS, Université de Lorraine, Nancy) Cet exposé portait sur l'utilisation de l'analyse de concepts formels (FCA) pour le liage de données. Nacira ABBAS a montré comment formaliser le problème de la découverte des clés à l'aide de Structures de patterns (PS), qui généralise la FCA pour des contextes non binaires, dans un cadre où les intentions des concepts formels représentent les clés et leurs extensions les ensembles de liens d'identité générés par celles-ci. Enfin, l'applicabilité et l'évolutivité de la méthode proposée a été discutée.

Remarque : Les articles correspondant à ces différentes présentations sont en ligne sur ce [site Web](#).

Remerciements : La journée EGC&IA 2019 a également été soutenue par le laboratoire de recherche en informatique (LRI) et la division de la Recherche de l'UFR des sciences de l'Université Paris Sud.



■ FIIA 2019 : Forum Industriel de l'Intelligence Artificielle

Yves DEMAZEAU

CNRS Grenoble

president@afia.asso.fr

Pierre FEILLET

IBM

Par feillet@fr.ibm.com

Caroline CHOPINAUD

CraftAI

Pour le Collège Systèmes Multi Agents
et Agents Autonomes de l'AfIA

caroline.chopinaud@craft.ai

Introduction

Depuis 2016, l'AfIA (Association française pour l'Intelligence Artificielle) organise chaque année des forums industriels sur l'Intelligence Artificielle (FIIA). L'objectif est d'échanger entre les communautés académiques et industrielles de l'AfIA autour d'un aspect de l'Intelligence Artificielle afin d'initier un dialogue entre industriels et académiques. Cette 4^e édition a eu lieu le 11 Avril 2019 à l'Institut français des sciences et technologies des transports, et de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), en partenariat avec la Direction Générale de la Recherche et de l'Innovation (DGRI) du MESRI.

On parle d'intelligence artificielle (IA) lorsqu'une machine imite des fonctions humaines telles que percevoir, apprendre, raisonner, décider, agir et dialoguer. Depuis quelques années, les techniques d'apprentissages et l'IA connexionniste sont à l'honneur, l'édition de FIIA 2017 a souligné l'importance des connaissances. Ce quatrième FORUM INDUSTRIEL DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE est consacré aux SYSTÈMES MIXTES avec pour sous-thèmes : capteurs, données et connaissances, intégration numérique et symbolique, hybridation, agents artificiels et humains, et

une dominante applicative sur la ville *sécurisée* et durable. Chaque thème est composé de courtes présentations suivies d'une mini-table ronde dont l'objectif est d'aboutir à des éléments de feuille de route et de permettre des échanges accrus entre académiques et industriels. Une dernière session est réservée à des présentations rapides par des industriels invités. Cette journée s'est tenue en partenariat avec le MA Direction Générale de l'Armement.

Programme

8h30. Accueil

THEME « Ville sécurisée et durable, l'intelligence artificielle à l'épreuve des territoires »

8h45. Ouverture de Joaquin RODRIGUEZ (Directeur du laboratoire COSYS-ESTAS). Introduction par Pierre FEILLET (Membre du CA de l'AFIA)

9h00. « IA et Territoires Urbains : les défis des environnements connectés intelligents », par Philippe CALVEZ (ENGIE Saint Denis)

9h20. « La Vision par Ordinateur pour les villes intelligentes », par Levi VIANA (WINTICS Paris)

9h40. Table ronde animée par Yves DEMAZEAU (CNRS Grenoble)

10h00. Pause

THEME « Capteurs, données et connaissances. Intégration numérique et symbolique »

10h30. « Optimisation au quotidien grâce à l'IA et aux données disponibles », par Arnaud DE MOISSAC (DC Brain Paris)

10h50. « IA et Ingénierie Augmentée (IA2), ou comment hybrider IA, connaissance métiers et modèles physiques », par Patrice AKNIN (SystemX Gif-sur-Yvette)

11h10. « World Sensing : quels systèmes d'IA pour aller du signal capteur à la compré-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

hension du comportement observé », par Youssef MILOUDI (Berger-Levrault Boulogne Billancourt)

11h30. « IA connexionniste et IA symbolique : une synergie prometteuse », par Juliette Mattioli (Thales Gennevilliers) et Christophe MEYER (Thales SIX GTS Gennevilliers)

11h50. « Décisions algorithmiques: des modèles prescriptifs pour encadrer l'apprentissage automatique », par Pierre FEILLET (IBM France Gentilly)

12h10. Table ronde animée par Caroline CHOPINAUD (CRAFT AI Paris)

12h30. Buffet

THEME « Hybridation des composants. Interactions entre agents artificiels et humains »

14h00. « Booster les performances des applications sémantiques par hybridation des composants IA », par Ghislain ATEMEZING (Mondeca Paris)

14h20. « Exploitation des modèles whitebox dans les interactions humain-IA », par Matthieu BOUSSARD (CRAFT AI Paris)

14h40. « Collaboration agent humain – agent virtuel dans l'avion de combat du futur », par Lauren DARGENT et Michael HUET (Dassault Aviation Saint Cloud)

15h00. « Collaboration intelligence humaine et intelligence artificielle en vue d'une société conviviale », par Christophe DENIS (Sorbonne Université Paris & EDF Saclay)

15h20. « Initiatives et interactions mixtes pour systèmes autonomes », par Christophe GUETTIER (Safran Toulouse)

15h40. Table ronde animée par Pierre FEILLET (IBM France Gentilly)

16h00. Pause

THEME « Autres systèmes mixtes d'IA. Autres thématiques liées aux systèmes mixtes en IA »

16h30. « Apprentissage actif et annotation

semi-automatique », par Etienne BALIT (Neovision Grenoble)

16h50. « Deuxième appel à projets du Programme Man Machine Teaming », par Bruno PATIN (Dassault Aviation Saint-Cloud)

17h10. « Programme National en IA, Appel à Chaires hors 3IA », par Ana VALCARCEL ORTI (INRIA Paris)

18h00. Clôture

Resumé

Cette section fournit un éclairage synthétique des présentations partagées lors de cette édition FIIA.

THEME : Ville sécurisée et durable, l'intelligence artificielle à l'épreuve des territoires

La Vision par Ordinateur pour les villes intelligentes - Wintics

Wintics développe des services basés sur l'apprentissage profond pour quantifier l'activité des villes. Cette quantification exploite les images brutes vidéos (thermiques et optiques) pour en extraire des données structurées. Le parc de caméras installées en France est de l'ordre d'un million, sous exploité à ce jour comme source d'analyse de données pour gérer et optimiser la vie urbaine, principalement dans ses aspects de mobilité et de sécurité.

Quelques exemples de reconnaissances visuelles :

- comptage de véhicules par type,
- matrice de déplacement origine/destination,
- comptage d'essieux de véhicules,
- lecture de plaques d'immatriculation,
- identification d'anomalies.

Des nouveaux cas d'utilisation apparaissent comme la reconnaissance d'actions, et les traitements multi caméras d'un même objet. Les algorithmes se doivent d'être performants et adaptés à la qualité d'image, aux conditions



météo, à la luminosité, et au volume de trafic de transport.

L'architecture matérielle est choisie en fonction du traitement temps réel ou différé, sur des CPU ou GPU, en *edge*, *cloud* ou centralisé.

Les algorithmes appliqués peuvent être rangés en 2 grandes catégories :

- les modèles dits classiques, avec une extraction d'images, des caractéristiques ou *features* définies manuellement, de classificateurs et une fenêtre temporelle glissante, ainsi que des filtres de corrélation discriminative.
- l'approche plus récente exploite les réseaux de neurones profonds (*deep learning*), des assemblages de réseaux dits siamois, des produits de convolutions (CNN) et des réseaux de neurones récurrents (RNN).

En résumé l'intelligence artificielle permet de mesurer les modes de vie urbains en appliquant des algorithmes d'analyse vidéo afin de proposer des améliorations de la cité.

THÈME : Capteurs, données et connaissances. Intégration numérique et symbolique

Optimisation au quotidien grâce à l'IA et aux données disponibles - DCbrain

DCbrain convertit les données en indices opérationnels. La démarche consiste à collecter des milliards de mesures pour former un modèle digital du réseau d'énergie, et à l'optimiser grâce à l'intelligence artificielle.

Les gestionnaires de réseaux d'énergie font face à trois défis :

- la sécurisation et l'équilibrage de flux,
- l'optimisation des processus exploitation,
- l'optimisation de l'énergie.

Les buts sont de visualiser la topologie, l'état du réseau, détecter les anomalies, et de simuler des scénarios, afin de prescrire en temps

réel des actions. Les choix technologiques incluent les graphes et l'IA, dont l'apprentissage profond. Les technologies d'IA démarrent par l'analyse et le nettoyage des données, la génération de données complémentaires, l'auto apprentissage (AutoML et Apprentissage par renforcement), la détection d'anomalies, et l'optimisation (Recherche Opérationnelle).

La plupart des données exploitées sont des séries temporelles de mesures physiques.



Figure 1 – Représentation des données

L'intégration des prévisions avec un modèle d'optimisation permet de proposer le réglage le plus pertinent en fonction de la demande.

IA et Ingénierie Augmentée (IA2), ou comment hybrider IA, connaissance métiers et modèles physiques - SystemX

L'IA est revenue sur le devant de la scène :

- des masses considérables de données sont maintenant disponibles grâce au développement du digital et de l'IoT,
- la puissance de calcul disponible continue sa croissance par processeur et grappe de serveurs,
- l'amélioration des algorithmes,
- des réussites exemplaires comme AlphaZero, AlphaGo, Watson, l'autopilote de NVIDIA pour voitures autonomes, etc.

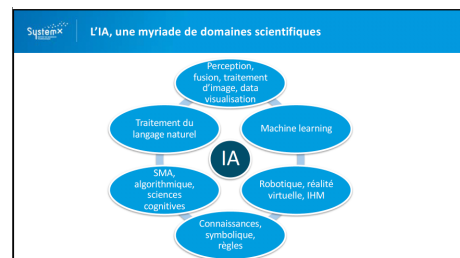


Figure 2 – Les caractéristiques clés de la proposition d'IA de DCbrain

Quelles attentes pour les systèmes indus-



triels et le métier d'ingénieur ?

Chez les industriels, les connaissances sont capitalisées généralement par les experts. Elles sont formalisées sous forme de règles, de raisonnements, et dans des codes de calcul de simulation.

Les domaines scientifiques coexistent mais sont rarement rapprochés :

- le calcul scientifique, les modèles physiques, la simulation,
- la représentation des connaissances, le raisonnement,
- l'apprentissage automatique, principalement numérique.

Chacun de ces champs scientifiques est aujourd'hui bien outillé mais souffre de limitations :

- une difficulté à modéliser « fidèlement » un système physique réel,
- des temps de calculs parfois prohibitifs pour certains codes de calcul scientifique,
- difficulté à disposer d'un nombre suffisant d'exemples pour un apprentissage de qualité,
- une difficulté à couvrir tous les cas possibles,
- une difficulté à guider et expliquer l'apprentissage.

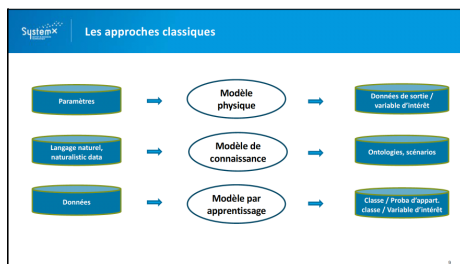


Figure 3 – Les approches classiques

SystemX propose quatre axes pour aller au-delà des limites actuelles :

- la simulation augmentée par l'IA,
- l'hybridation de données,
- l'évaluation de la robustesse, interprétation et explication des résultats,

- l'hybridation de modèles.

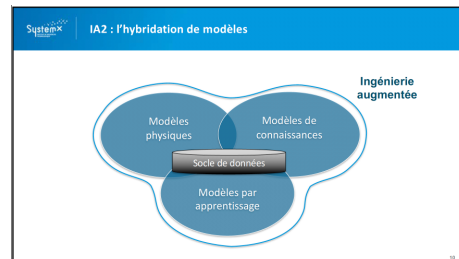


Figure 4 – Pour une hybridation des modèles

World Sensing : quels systèmes d'IA pour aller du signal capteur à la compréhension du comportement observé - Berger LEVRAULT

Comment observer le monde via des capteurs et quelles techniques adopter pour s'en construire une représentation afin d'analyser et agir en retour ?

Les données collectées nécessitent tout d'abord d'être mises en contexte. La connaissance *a priori* des phénomènes observés permet d'appliquer un apprentissage supervisé par l'existence d'exemples étiquetés. Lorsque l'observateur ne dispose pas de cette expertise via les jeux de données alors l'apprentissage non supervisé est une solution pour classer les observations.

D'autre part la confiance et la certification de données issues des capteurs est un problème clef à résoudre. Il est impératif de détecter les anomalies et les valeurs aberrantes dans les séries temporelles afin de les filtrer, voire de corriger les capteurs.

L'enjeu est de créer un sens pour chaque mesure en la contextualisant en une information spatio-temporelle, du plus près du capteur *edge computing*, voir *nano edge computing* jusqu'au serveur *cloud*. L'intelligence se trouve distribuée au sein de cette chaîne d'analyse, d'agrégation et de traitement du capteur jusqu'au serveur. Ce pipeline nécessite une observation en continu de séries temporelles, une adaptation de l'échantillonnage de col-



lecte, une capacité et vélocité des réseaux de collecte ainsi qu'une optimisation du stockage.

L'auto-modélisation (AutoML) sélectionne automatiquement les meilleurs algorithmes de classification permettant de détecter les modes de fonctionnement et les défaillances en fonction du contexte identifiable dans l'ensemble des données. Cette identification pourra prendre la forme d'un agent déterminant automatiquement, c'est-à-dire avec le moins de supervision possible, les paramètres à appliquer aux différentes méthodes de classification mises en compétition.

La démarche scientifique retenue est empiriste au lieu d'être rationaliste. C'est la démarche inductive : O.H.E.R.I.C pour Observation, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation, et Conclusion. L'approche inductive consiste en observer le réel pour en tirer les lois qui le régissent.

Cette démarche débute ainsi par une numérisation du réel et l'extraction du « sens ». Le but est de détecter automatiquement des modes de fonctionnement à partir de données de capteurs (optimisation énergétique du bâtiment, maintenance prévisionnelle, ...).

Pour la détection d'anomalies, l'apprentissage supervisé testé avec des RNN / LSTM s'est révélé inefficace car la base d'apprentissage est complexe à réaliser.

Les approches non supervisées et semi supervisées nécessitent pas ou moins de données annotées. Cela inclut les Systèmes Multi-Agents (SMA) adaptatifs et la classification non supervisée.

Les systèmes multi-agents permettent la détection d'anomalies, notamment dans les bâtiments intelligents, avec les caractéristiques suivantes :

- intégration de nouvelles sources de données provenant de nouveaux senseurs,
- hétérogénéité qui autorise le système à agréger des données de natures différentes,

- apprentissage tout au long de la vie du système car la structure d'un bâtiment ou son emploi peut évoluer,
- détection de nouveaux types d'anomalies à partir d'exemples donnés par supervision humaine.

Numérisation du réel et extraction du « sens »

Comment détecter des objets urbains et leurs caractéristiques à partir d'images pour les référencer automatiquement, les géolocaliser et suivre leurs évolutions ?

Les sources sont les images aériennes, par exemple pour répertorier les tombes dans les cimetières, ou les couverts végétaux. Pour les images prises au sol via LiDAR un des buts est l'inventaire des patrimoines techniques.

L'acquisition LiDAR terrestre permet de distinguer des arbres, véhicules, bâtiments, objets urbains par des nuages de points. La reconnaissance d'objets à partir de ces nuages de points s'opère par utilisation de l'apprentissage profond (CNN).

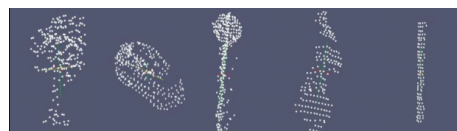


Figure 5 – De gauche à droite les nuages de points acquis par un LiDAR pour un arbre, une voiture, un panneau de signalisation, un piéton et un poteau

La détection de situation, d'anomalie et auto diagnostic permettent d'optimiser la gestion d'équipement et du territoire (adaptabilité, gains d'efficacité et de flexibilité).



Figure 6 – Reconnaissance de sépultures en haut et objets urbains en bas

Stacked ensembles et Super Learner

Le processus de détection commence par une fusion des données capteurs, de gestion et de contexte (plan). Les données permettent de construire un contexte pour la détection de situation, d'anomalies et le diagnostic. Divers modèles d'apprentissage machine sont appliqués comme le *deep learning*, les *General Linear Models* (GLM), les *Deep Random Forests* (DRF) et les *Extremely Randomized Trees* (XRT).

A la fin de l'apprentissage des différents modèles un algorithme de méta apprentissage (*Super Learner*) est exécuté. Celui-ci ne fait aucune hypothèse en fournissant une librairie la plus riche possible en modèles paramétriques et non paramétriques. L'algorithme détermine à partir des données en utilisant la validation

croisée et une fonction de perte appropriée, le modèle le plus adapté. Les modèles sont classés en fonction de leur performance et un nouvel algorithme hybride et original est construit sous la forme d'une combinaison pondérée des meilleurs modèles inclus dans la librairie.

Décisions algorithmiques : des modèles prescriptifs pour encadrer l'apprentissage automatique - IBM France Lab

L'apprentissage automatique est revenu en force depuis 2012 en remplaçant l'intelligence artificielle sur le devant de la scène. Avec des résultats dépassant les approches précédentes l'apprentissage automatique a permis ces dernières années de franchir de nouvelles frontières de performances dans la reconnaissance visuelle et le traitement du langage naturel.

L'accélération des travaux de recherche dans l'apprentissage statistique, et plus particulièrement l'apprentissage profond ont structuré de nouveaux développements produit et services basés sur l'intelligence artificielle. Des offres comme IBM Watson, AWS SageMager proposent des fonctions de traitement automatique du langage naturel « NLP », de la voix, ainsi que de classification automatique d'images.

Dans cette mouvance les modèles prédictifs reposant sur les algorithmes d'apprentissage automatique (réseaux de neurones, *deep learning*, SVM, *etc.*) sont souvent vus comme suffisants pour automatiser des décisions. La réalité est plus complexe car les décisions se nourrissent de prédictions tout en les dépassant. Prenons par exemple une décision simple, le choix vestimentaire. Vous consultez la météo pour connaître la prévision météo pour le lendemain matin. Votre choix de vêtement va être guidé par un contexte incluant votre activité (professionnelle, sportive, *etc.*), le lieu, votre humeur, et la probabilité de météo. Cette prévision météo est une composante de votre processus décisionnel et non sa globalité.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Les modèles appris sur un historique de données permettent d'approximer un comportement et de reproduire le passé. Lorsque la prise de décision doit respecter de nouvelles lois et règlements alors il est alors nécessaire de les encadrer par des modèles prescriptifs. Ces modèles prescriptifs expriment une loi, règlement ou la stratégie de l'organisation, via un modèle de connaissances. Et celui-ci peut s'appuyer sur des mesures de risques et opportunités estimés par les modèles prédictifs.

Cette approche d'une intelligence hybride combine ainsi l'IA connexionniste (réseaux de neurones) et symbolique (ontologie, moteur de règles). Cette combinaison permet de garantir une transparence dans un cadre décisionnel alors que les prédictions peuvent être réalisées dans une approche boîte noire.

THEME : Hybridation des composants. Interactions entre agents artificiels et humains

Collaboration intelligence humaine et intelligence artificielle en vue d'une société conviviale - EDF R&D & LIP6

La transformation de l'industrie par l'intelligence artificielle s'accélère notamment dans le domaine médical.

L'IA s'est développée depuis 1940 avec des phases connexionnistes et symboliques. Le connexionnisme s'inspire du système neuronal pour inventer des machines principalement appliquées dans la perception et le traitement du langage. Les algorithmes apprennent à partir des données pour former par exemple des classificateurs d'images ou des traducteurs de texte.

L'IA symbolique quant à elle, part de la connaissance et des relations entre symboles ou concepts, constituant des ontologies, pour décrire les lois régissant le monde. Les moteurs symboliques sont alors appliqués sur des données pour raisonner, par exemple fournir un

diagnostic médical. Ces deux approches d'IA sont complémentaires même si chaque communauté a pu entrevoir une domination entière de l'IA. La phase actuelle est focalisée sur le connexionnisme depuis 2012, couronné par le prix Turing décerné aux pères de l'apprentissage profond, Yoshua BENGIO, Geoffrey HINTON, et Yann LECUN.

L'IA dans le domaine médical s'articule sur 4 dimensions principales : la prédiction, la prévention, la personnalisation et la participation. Les objectifs sont la réduction des coûts et l'amélioration du système de santé. Les applications typiques sont des agents conversationnels et assistant virtuels.

Mycin est un exemple de *Good Old Fashion Artificial Intelligence* (GOFAI), conçu par l'université de Stanford en 1970. C'est un système expert identifiant des bactéries causant des infections sévères comme la méningite. Le système effectue le diagnostic et recommande les antibiotiques avec un dosage adapté au poids du patient.

Malgré ses innovations Mycin n'a jamais été mise en production pour les raisons suivantes :

- difficultés éthiques et légales dans l'usage d'ordinateurs dans la médecine en 1970,
- difficulté pour expliquer la logique de son fonctionnement et détecter d'éventuelles contradictions,
- l'ordinateur individuel n'existait pas encore,
- les experts devaient identifier les probabilités pour les inférences de raisonnement réalisé par le système.

En 2019 l'adoption de l'IA dans le monde médical a progressé. Le *National Health Service* britannique a déjà déployé un *chatbot* médical nommé *Babylon Health*. La *Food and Drug Administration* aux Etats-Unis a signé un premier accord pour mettre sur le marché un système expert.

En 2017 l'université de Stanford a conçu



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Dermatoscope, un classificateur de cancers de la peau basée sur l'apprentissage profond. Le système permet de reconnaître 2000 maladies de la peau. Techniquement il utilise la librairie libre *Show and Tell* mise au point par Google. Une compétition entre le logiciel et 21 dermatologues a donné un avantage au système automatique. A noter que le système médical a une responsabilité dans le cas de non-détection de tumeurs malignes.

Decagon est une autre application créée en 2018 par l'université de Stanford. Son but est de prédire et prévenir les interactions médicamenteuses avec des maladies complexes. La démarche basée sur des réseaux convolutionnels permet d'aller au-delà des tests cliniques couvrant un sous ensemble des combinaisons.

L'intelligence artificielle dans le médical se doit de répondre au respect de l'éthique, et sauvegarder la relation humaine entre soignant et patient, conserver la compétence du soignant et éviter de dériver vers un monopole de traitement par la machine.

Nous pouvons nous inspirer des propositions d'Ivan ILLICH pour définir des outils d'intelligence artificielle avec une démarche philosophique et anthropologique. L'explication est une première étape mais non suffisante pour créer une IA conviviale.

Une approche scientifique multidisciplinaire est souhaitable pour :

- sélectionner les technologies nécessaires au développement des outils informatiques,
- expliquer les prédictions de la machine. Cette démarche épistémologique implique un couplage entre données numériques et symboliques.
- définir la qualité de l'explication et des interactions IA/Humain au niveau philosophique et anthropologique.

Les approches *big data* et connexionnistes actuelles privilégient l'induction à la déduction, la corrélation à la causalité. L'hypothèse est de

disposer de masses de données, de capacité de calcul et d'algorithmes suffisants pour prédire, classer avec un niveau de performance élevé sans avoir à modéliser une théorie.

L'approche déductive applique des lois, par exemple la loi de gravité, pour prédire la position d'un objet dans le temps.

L'approche inductive part des données observées, applique un algorithme statistique, pour prédire la position de l'objet basée sur l'expérience et non une théorie.

L'apprentissage automatique repose sur l'induction et souffre de certaines limitations à ce jour :

- il permet de faire émerger des corrélations mais pas de liens de causalité entre les phénomènes,
- l'interprétation de l'algorithme ne suffit pas à la compréhension de la prédiction,
- l'explication peut véhiculer un biais,
- le *pre-processing* et la sélection des données induit des hypothèses ontologiques.

La génération d'explications reste intrinsèquement difficile car nécessitant un compromis entre les objectifs de compréhension et de complétude.

Initiatives et interactions mixtes pour systèmes autonomes - Safran

Comment gérer les initiatives et interactions entre humains et systèmes autonomes sur un terrain militaire opérationnel ?

Les terrains militaires opérationnels sont segmentés, hétérogènes, avec des objectifs changeants, confrontés à des ressources limitées et à l'incertitude. Les systèmes autonomes sont divers, de systèmes de taille réduite à de larges plateformes. Les interactions entre humains et machines vont d'interactions faiblement couplées jusqu'à une coactivité. Des opérateurs et utilisateurs multiples peuvent utiliser ces plateformes. Quels sont les modèles de responsabilités et dans quelles conditions ?

Le recours aux robots et aux IAs re-



quièrent une appropriation et une courbe d'apprentissage. L'enjeu est de comprendre le comportement des robots afin de construire une meilleure efficacité opérationnelle par une meilleure qualité d'information et une réduction des risques pour les humains engagés sur le terrain.

Le robot militaire pourrait-il devenir un membre d'équipe ? Parmi les questions scientifiques au-delà de l'éthique se posent celle des interactions entre humain et robot autonome, et si une « compréhension commune » peut être construite entre humains et robots.

Dans une architecture Multi-Agents combinant des hommes et des systèmes automatiques nous trouvons différents modes d'interaction et de conversation : gestuel, reconnaissance vocale, capteur d'activité cérébrale, chaque mode impliquant un temps de réaction.

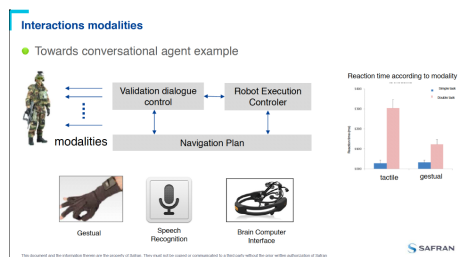


Figure 7 – Les modalités d'interactions

La représentation de l'environnement définit la quantité de données mise à disposition pour les humains et machines : cartes 2D ou 3D, densité de maillage, informations sémantiques. La quantité et la qualité des données conditionnent la construction de modèles d'apprentissage automatique, ainsi que la puissance de calcul nécessaire.

La prise de décision est basée sur le traitement combiné de multiples modèles d'IA. A partir d'une spécification de problème démarre une planification, interagissant avec la navigation et la coordination des agents, ainsi que la consommation de ressources. La solution proposée par le système décisionnel repose sur l'optimisation de ces 4 modèles.

Les tâches sont allouées dynamiquement aux agents humains et machines. A partir d'un espace d'actions possibles est réduit un sous espace d'actions disponibles puis requises.

Au final la représentation de l'environnement dépend de la puissance de calcul pour préparer et dérouler la mission. Les petits robots demandent plus d'interactions, contraintes d'énergie et communications dans des environnements hostiles.

L'articulation de la planification avec le décisionnel est clef, afin de traiter des modalités émergentes, et d'allouer efficacement les tâches vers les humains et les robots autonomes, le tout dans un environnement incertain.

THEME : Autres systèmes mixtes d'IA. Autres thématiques liées aux systèmes mixtes en IA

Apprentissage actif et annotation semi-automatique - Neovision

Comment accélérer l'annotation des données en partant de zéro ? L'apprentissage machine supervisé requiert des données annotées. Or la définition de ces labels requiert souvent une expertise et un coût, par exemple de classification d'image. Le défi est considérable lorsque ce travail de labellisation est nécessaire pour des algorithmes nécessitant des volumes massifs de données comme l'apprentissage profond et les réseaux convolutifs « CNN ».

Neovision propose une approche interactive semi-supervisée reposant sur une labellisation manuelle d'un sous-ensemble des données, complétée par une projection et une sélection afin labelliser automatiquement le reste des données.

Le transfert d'apprentissage est également une solution pour accélérer l'annotation. Un premier modèle appris sur des données transposables (par exemple, images en lumière visible et images infrarouge) est utilisé pour créer des



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

labels sur les nouvelles données. Ces données annotées permettent à leur tour d'entraîner un nouveau modèle.

Programme Man Machine Teaming - Dassault Aviation & Thales

Le plan d'étude amont *Man Machine Teaming* (MMT) est une initiative, financée par la DGA et animée par un consortium composé des sociétés Dassault Aviation et Thales et qui a pour objet de refondre la façon de concevoir les interactions entre les humains et les machines dans le cadre du système de combat aérien du futur. Dans ce cadre des appels d'offre touchant aux thématiques de l'intelligence artificielle sont lancés auprès de la communauté académique et industrielle.

L'enjeu est de développer un système aérien cognitif en recourant à l'intelligence artificielle dans l'aéronautique de combat. Cette intelligence artificielle couvre la perception, le sens, l'apprentissage et l'action.

Le but est de tirer parti de la précision et de la vitesse de l'automatisation tout en décuplant l'agilité et la créativité de l'intelligence humaine. L'automatisme doit capturer le processus décisionnel du combattant et non celui de son concepteur.

L'intelligence humaine et artificielle sont appelées à collaborer dans un combat où l'humain donne du sens à l'action. Les dimensions de cette collaboration portent sur les concepts suivants :

- les interactions,
- la gestion mission,
- les capteurs intelligents avec l'apprentissage des menaces, la prédiction des performances et l'adaptation à l'environnement,
- les services capteurs incluant la détection de zones d'intérêt en multi-capteurs, la fusion des images multi-capteurs et la justification des reconnaissances,
- la mise en œuvre et soutien, avec une reconfiguration système adaptée et une robo-

tisation du soutien,

- l'assistant virtuel/Smart cockpit, permettant le dialogue homme – assistant numérique, les allocations de tâches et l'aide à la décision.

Conclusion

Les interventions de cette édition mettent en œuvre des hybridations. Tout d'abord technologiques avec la combinaison de modèles graphiques, symboliques et numériques. L'IA connexionniste, basée sur l'induction de modèles statistiques a réalisé des progrès considérables depuis 2012. C'est l'IA de l'apprentissage machine, des réseaux de neurones, de l'apprentissage profond. Les avancées dans la perception, le traitement du langage naturel permettent de traiter des images, vidéos et textes en masse, pour les classer, reconnaître des objets. Les ontologies, et modèles symboliques capturant l'expertise humaine restent complémentaires pour automatiser des raisonnements transparents et explicables.

Au delà des silos scientifiques de l'IA et d'une compétition historique entre approche numérique et symbolique se pose le défi de l'intégration. Les présentations de cette édition FIIA témoignent de la pertinence d'une telle intégration de modèles et d'approches pour améliorer la vie urbaine, les transports, les opérations militaires, la gestion d'énergie, et la médecine.

La seconde hybridation réside dans la cohabitation entre des formes d'IA et des acteurs humains. Pour le pilotage d'appareils aéronautiques, l'organisation de militaires au sol, ou des médecins se pose l'enjeu de l'utilisation de l'IA dans des missions critiques. Ces usages requièrent une efficacité Homme/IA, dans des modalités (textuelle, vocale, gestuelle, cérébrale, etc.) adaptées à l'usage et aux temps de réponses demandés. Ils requièrent une transparence, notamment dans l'explication de dé-



cisions et recommandations.

Ces hybridations de l'intelligence artificielle s'annoncent nécessaires pour mettre au point des solutions acceptées socialement, dans le

respect de l'éthique et d'une transparence légale, et efficaces dans leurs usages au service des hommes.

■ PAAMS : International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems

Yves DEMAZEAU

Program Co-chair

Yves.Demazeau@imag.fr

Eric MATSON

Program Co-chair

ematson@purdue.edu

Par

Juan Manuel CORCHADO

Organizing Co-Chair

corchado@usal.es

Fernando DE LA PRIETA

Organizing Co-Chair

fer@usal.es

PAAMS Presentation

Research on Agents and Multi-Agent Systems has matured during the last decade and many effective applications of this technology are now deployed. An international forum to present and discuss the latest scientific developments and their effective applications, to assess the impact of the approach, and to facilitate technology transfer, became a necessity and was created almost two decades ago.

PAAMS, the International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems is the international yearly tribune to present, to discuss, and to disseminate the latest developments and the most important outcomes related to real-world applications. It provides a unique opportunity to bring multi-disciplinary experts, academics and practitioners together to exchange their experience

in the development and deployment of agents and multi-agent systems.

The 2019 Edition, Avila, Spain, 26-28 June 2019

This report introduces the papers that were accepted for the 2019 edition of PAAMS. These articles report on the application and validation of agent-based models, methods, and technologies in a number of key application areas, including : agronomy and internet of things, coordination and structure, finance and energy, function and autonomy, humans and societies, reasoning and optimization, traffic and routing. Each paper submitted to PAAMS went through a stringent peer review by three members of the Program Committee composed of 154 internationally renowned researchers from 29 countries. From the 54 submissions received, 10 were selected for full presentation at the conference ; another 8 papers were accepted as short presentations. In addition, a demonstration track featuring innovative and emergent applications of agent and multi-agent systems and technologies in real-world domains was organized. In all, 14 demonstrations were shown.

The PAAMS attendees have enjoyed the increased quality of the papers as well as the overall interest of PAAMS event (main, workshops, sessions). All together with collocated events, 270 (278 in 2018!) attendees joined the global event.



We would like to thank all the contributing authors, the members of the Program Committee, the sponsors (IEEE SMC Spain, IBM, AEPIA, AFIA, APPIA, PU, AIR Institute and CNRS) and the Organizing Committee for their hard and highly valuable work. Their work contributed to the success of the PAAMS 2019 event. Thanks for your help – PAAMS 2019 would not exist without their contribution.

Proceedings

Yves DEMAZEAU, Eric MATSON, Juan Manuel CORCHADO & Fernando DE LA PRIETA eds, 17th International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems, PAAMS'19, Avila, LNAI 11523, Springer Verlag, Berlin, June 2019

Regular Papers

- « Massive Multi-Agent Data-Driven Simulations of the GitHub Ecosystem » Jim BLYTHE, John BOLLENBACHER, Diana HUANG, Pik-Mai HUI, Rachel KROHN, Diogo PACHECO, Goran MURIC, Anna SAPIENZA, Alexey TREGUBOV, Yong-Yeol AHN, Alessandro FLAMMINI, Kristina LERMAN, Fil MENCZER, Tim WENINGER, and Emilio FERRARA
- « Towards Profile and Domain Modelling in Agent-based Applications for Behavior Change » Jean-Paul CALBIMONTE, Davide CALVARESI, Fabien DUBOSSON, and Michael Ignaz SCHUMACHER
- « Agent-oriented Blockchains : Autonomous Smart Contracts » Giovanni CIATTO, Alfredo MAFFI, Stefano MARIANI, and Andrea OMICINI
- « Towards Topological Analysis of Networked Holonic Multi-agent Systems » Ahmad ESMAEILI, Nasser MOZAYANI, Mohammad Reza Jahed MOTLAGH, and Eric T. MATSON
- « Selecting trustworthy partners by the means of untrustworthy recommenders in digitally empowered societies » Rino FALCONE, and Alessandro SAPIENZA
- « Identifying Knowledge from the Application of Natural Deduction Rules in Propositional Logic » Fabiane Flores Penteado GALAFASSI, Cristiano GALAFASSI, Rosa Maria VICARI, and João Carlos GLUZ
- « Network effects in an Agent-Based Model of tax evasion with social influence » Fernando Garcia ALVARADO
- « A New Deep Hierarchical Neural Network Applied in Human Activity Recognition (HAR) Using Wearable Sensors » Zahra GHORRATI, and Eric MATSON
- « Approximating Multi-Attribute Resource Allocations Using GAI Utility Functions » Charles HAROLD, Mohan Baruwal CHHETRI, and Ryszard KOWALCZYK
- « Multiagent Reinforcement Learning Applied to Traffic Light Signal Control » Carolina Higuera ARIAS, Fernando LOZANO, Edgar Camilo CAMACHO, and Carlos Hernandez HIGUERA
- « QoS-aware Agent Capabilities Composition in HARMS multi-agent systems » Mohamed Essaid KHANOUCHE, Nawel ATMANI, Asma CHERIFI, Abdelghani CHIBANI, Eric T. MATSON, and Yacine AMIRAT
- « MASS CUDA : A General GPU Parallelization Framework for Agent-Based Models » Lisa KOSIACHENKO, Nathaniel HART, and Munehiro FUKUDA
- « Multi-agent coordination for on-demand data gathering with periodic information upload » Yaroslav MARCHUKOV, and Luis MONTANO
- « Practical Applications of Multiagent Shepherding for Human-Machine Interaction » Patrick NALEPKA, Rachel W. KALLEN, Anthony CHEMERO, Elliot SALTZMAN, and Michael J. RICHARDSON



- « Generating real context data to test user dependent systems - application to multi-agent systems » Pedro OLIVEIRA, Paulo NOVAIS, and Paulo MATOS
- « Routing for Road Traffic Management » Alvaro Paricio GARCIA, and Miguel A. LOPEZ-CARMONA
- « Multimap Financial Market Data Simulation using Deep Intelligence Agents » Natraj RAMAN, and Jochen LEIDNER
- « Smart Farming – Open Multi-Agent Platform and Eco-System of Smart Services for Precision Farming » Petr SKOBELEV, Vladimir LARUKCHIN, Igor MAYOROV, Elena SIMONOVA, and Olga YALOVENKO



Afia
Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Thèses et HDR du trimestre

Si vous êtes au courant de la programmation de soutenances de thèses ou HDR en Intelligence Artificielle cette année, vous pouvez nous les signaler en écrivant à redacteur@afia.asso.fr.



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ Thèses de Doctorat

David Sierra GONZALEZ

« Towards Human-Like Prediction and Decision-Making for Automated Vehicles in Highway Scenarios »

Supervision : *Emmanuel MAZER*
Christian LAUGIER

Le 01/04/2019, à l'Université de Grenoble Alpes

Corentin HARDY

« Contribution au développement de l'apprentissage profond dans les systèmes distribués »

Supervision : *Bruno SERICOLA*

Le 08/04/2019, à l'Université de Rennes 1

Yoann BLEIN

« ParTraP : un langage pour la spécification et vérification à l'exécution de propriétés paramétriques »

Supervision : *Yves LEDRU*
Lydie du BOUSQUET

Le 15/04/2019, à l'Université de Grenoble Alpes

Valentin BARRIERE

« Analyse d'opinion dans les interactions orales »

Supervision : *Slim ESSID*

Le 15/04/2019, à l'Université de Paris Saclay

Pierre GODARD

« Découverte non-supervisée de mots pour outiller la linguistique de terrain »

Supervision : *François YVON*

Le 16/04/2019, à l'Université de Paris Saclay

Citlalli Gamez serna Gamez SERNA

« Towards visual urban scene understanding for autonomous vehicle path tracking using GPS positioning data »

Supervision : *Yassine RUICHEK*

Le 29/04/2019, à l'Université de Bourgogne Franche-Comte

Nourredine ALIANE

« Évaluation des représentations vectorielles de mots »

Supervision : *Gilles BERNARD*

Le 17/05/2019, à l'Université de Paris 8

Ilyasse BELKACEM

« Étude de nouvelles techniques d'interaction en situation de mobilité avec des lunettes électroniques pour le domaine de la santé »

Supervision : *Benoit MARTIN*
Isabelle PECCI

Le 20/05/2019, à l'Université de Lorraine

Dinabyll GUIBON

« Recommandation automatique, temps réel, et adaptative d'emojis »

Supervision : *Patrice BELLOT*
Magalie OCHS

Le 24/05/2019, à l'Université de Aix-Marseille

Arnaud FERRE

« Représentations vectorielles et apprentissage automatique pour l'alignement d'entités textuelles et de concepts d'ontologie : application à la biologie »

Supervision : *Claire NEDELLEC*
Pierre ZWEIGENBAUM

Le 24/05/2019, à l'Université de Paris Saclay



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Thomas PARIS

« Modélisation de systèmes complexes par composition : une démarche hiérarchique pour la cosimulation de composants hétérogènes »

Supervision : *Vincent CHEVRIER*

Le 28/05/2019, à l'Université de Lorraine

Ying Siu LIANG

« Programmation d'un robot par des non-experts »

Supervision : *Sylvie PESTY*

Damien PELLIER

Le 12/06/2019, à l'Université de Grenoble Alpes

Julian Galindo LOSADA

« Adaptation des interfaces utilisateurs aux émotions »

Supervision : *Sophie Dupuy CHESSA*

Le 14/06/2019, à l'Université de Grenoble Alpes

David NOEL

« Une approche basée sur le web sémantique pour l'étude de trajectoires de vie »

Supervision : *Jerome GENSEL*

Pierre Le QUEAU

Le 17/06/2019, à l'Université de Grenoble Alpes

Fabio GUIGOU

« L'écosystème immunitaire artificiel : un classifieur actif inspiré du système immunitaire et son application à l'analyse de séries temporelles pour la supervision de réseaux informatiques »

Supervision : *Pierre COLLET*

Le 18/06/2019, à l'Université de Strasbourg

■ Habilitations à Diriger les Recherches

Nous n'avons malheureusement pas eu connaissance ce trimestre d'HDR dans le domaine de l'IA. N'hésitez pas à nous envoyer les informations concernant celles dont vous avez entendu parler. (redacteurs-bulletins@afia.asso.fr)



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

À PROPOS DE L'AfIA

L'objet de l'AfIA, Association Loi 1901 sans but lucratif, est de promouvoir et de favoriser le développement de l'Intelligence Artificielle (IA) sous ses différentes formes, de regrouper et de faire croître la communauté française en IA, et, à la hauteur des forces de ses membres, d'en assurer la visibilité.

L'AfIA anime la communauté par l'organisation annuelle de grands rendez-vous. Se tient ainsi chaque été une semaine de l'IA, la « Plate-forme IA » (PFIA 2017 Caen, PFIA 2018 Nancy, PFIA 2019 Toulouse) au sein de laquelle se tiennent la Conférence Nationale d'Intelligence Artificielle (CNIA), les Rencontres des Jeunes Chercheurs en IA (RJCIA) et la Conférence sur les Applications Pratiques de l'IA (APIA) ainsi que des conférences thématiques invitées qui évoluent d'une année à l'autre, sans récurrence obligée.

Ainsi, PFIA 2019 hébergera du 1^{er} au 5 juillet 2019 à Toulouse, outre la 22^{es} CNIA, les 17^{es} RJCIA et la 5^e APIA, la 21^e CAP, les 30^{es} IC, les 14^{es} JFPDA, les 27^{es} JFSMA, les 13^{es} JIAF et la 26^e TALN-RECITAL.

Forte du soutien de ses 470 adhérents à jour de leur cotisation en 2018, l'AfIA assure :

- le maintien d'un [site web](#) dédié à l'IA reproduisant également les [Brèves](#) de l'IA
- une journée recherche sur les « Perspectives et Défis en IA » (PFIA 2018),
- une journée enseignement intitulée « Enseignement et Formation en IA » (EFIA 2019),
- une journée industrielle connue sous le nom « Forum Industriel en IA » (FIIA 2018),
- la remise annuelle d'un [prix de thèse](#) de Doctorat en IA,
- le soutien à plusieurs [collèges](#), actuellement au nombre de 5, ayant leur propre activité :
 - Collège Compétition (depuis octobre 2018),
 - Collège Industriel (depuis janvier 2016),
 - Collège Science de l'Ingénierie des Connaissances (depuis avril 2016),

- Collège Systèmes Multi-Agents et Agents Artificiels (depuis octobre 2016),
- Collège Représentation et Raisonnement (depuis avril 2017)
- la parution trimestrielle des [Bulletins](#) de l'AfIA, en accès libre à tous depuis le [site web](#),
- un lien entre adhérents sur les réseaux sociaux [LinkedIn](#), [Facebook](#) et [Twitter](#),
- le [parrainage](#) scientifique, mais aussi éventuellement financier, d'événements en IA,
- la diffusion mensuelle de [Brèves](#) sur les actualités de l'IA en France (envoi à brev@afia.asso.fr),
- la réponse aux consultations officielles ou officieuses (Ministères, Missions, Organismes),
- la réponse aux questions de la presse, écrite ou orale, également sur internet,
- la divulgation d'offres de [collaborations](#), de [formations](#), d'[emploi](#), de [thèses](#) et de [stages](#).

L'AfIA organise aussi mensuellement des journées communes avec d'autres associations. Sont d'ores et déjà prévues pour l'année 2019 des journées : IHM&IA avec l'AFIHM, EGC&IA avec EGC, RO&IA avec la ROADEF, MACS&IA avec le CNRS/GdR MACS, et RI&IA avec l'ARIA.

Enfin, l'AfIA encourage la participation de ses membres aux grands événements de l'IA, dont PFIA. Ainsi, les membres de l'AfIA, pour leur inscription à PFIA, bénéficient d'une réduction équivalente à deux fois le coût de leur adhésion, leur permettant d'assister à PFIA sur 5 jours au tarif de **114€ TTC** !

Rejoignez-vous vous aussi et [adhérez](#) à l'AfIA pour contribuer au développement de l'IA en France. L'adhésion peut être [individuelle](#) ou, à partir de cinq adhérents, être réalisée au titre de personne [morale](#) (institution, laboratoire, entreprise). Pour adhérer, il suffit de vous rendre sur le site des [adhésions](#) de l'AfIA.

Merci également de susciter de telles adhésions en diffusant ce document autour de vous !



CONSEIL D'ADMINISTRATION

Yves DEMAZEAU, *président*
Élise BONZON, *vice-présidente*
Catherine FARON-ZUCKER, *trésorière*
Sandra BRINGAY, *secrétaire*
Dominique LONGIN, *rédacteur*
Emmanuel ADAM, *webmestre*

Membres :

Alain BERGER, Gaël DIAS, Pierre FEILLET,
Marie LEFEVRE, Frédéric MARIS, Arnaud
MARTIN, Davy MONTICOLO, Philippe MORI-
GNOT, Gauthier PICARD, Laurent SIMON, Oli-
vier SIMONIN, Serena VILLATA

COMITÉ DE RÉDACTION

Emmanuel ADAM
Rédacteur
emmanuel.adam@uphf.fr

Claire LEFÈVRE
Rédacteur
claire.lefevre@univ-angers.fr

Dominique LONGIN
Rédacteur en chef
dominique.longin@irit.fr

Philippe MORIGNOT
Rédacteur
philippe.morignot@vedecom.fr

LABORATOIRES ET SOCIÉTÉS ADHÉRANT COMME PERSONNES MORALES

.....
Ardans, Berger Levrault, CRIL, CRISAL, Dassault Aviation, GRETTIA, GREYC, Huawei, I3S,
IBM, INRIA Sophia Antipolis Mediterranee, IRIT, ISAE-SUPAERO, Lab-STICC, LAMSADE, LE-
RIA, LIG2P, LHC, LIG, LIMICS, LIMSI, LIP6, LIPAPE, LIRIS, LIRMM, LITIS, MalAGE, Naver
Labs, MaiAGE, Renault, Thales, Veolia.

■ Pour contacter l'Afia

Président

Yves DEMAZEAU
L.I.G./C.N.R.S., Maison Jean Kuntz-
mann
110, avenue de la Chimie, B.P. 53
38041 Grenoble cedex 9
Tél. : +33 (0)4 76 51 46 43
president@afia.asso.fr

Serveur WEB

<http://www.afia.asso.fr>

Adhésions, liens avec les adhérents

Catherine FARON-ZUCKER
tresorier@afia.asso.fr

■ Calendrier de parution du Bulletin de l'Afia

	Hiver	Printemps	Été	Automne
Réception des contributions	15/12	15/03	15/06	15/09
Sortie	31/01	30/04	31/07	31/10