



**HAL**  
open science

## IA & Transports

Flavien Balbo, René Mandiau, Dominique Longin, Nicolas Maudet, Florence Dupin de Saint-Cyr

► **To cite this version:**

Flavien Balbo, René Mandiau, Dominique Longin, Nicolas Maudet, Florence Dupin de Saint-Cyr. IA & Transports. Bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle, 91, 2016, Association Française d'Intelligence Artificielle. hal-04596384

**HAL Id: hal-04596384**

**<https://ut3-toulouseinp.hal.science/hal-04596384>**

Submitted on 31 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° 91

---

*Association française pour l'Intelligence Artificielle*

---

# AFIA



# AFIA

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

---

## 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

Depuis Janvier 2016, le comité de rédaction du bulletin a été renouvelé. Toute la nouvelle rédaction, composée d'anciens et de nouveaux membres, tient à remercier Laurent VERCOUTER pour le travail qu'il a fourni lors des quatre dernières années afin de maintenir le rythme des publications trimestrielles. Nous souhaitons également le remercier pour tous les conseils qu'il nous a prodigués afin de pouvoir continuer sur cette lancée. Depuis le bulletin 90, une nouvelle charte graphique a été mise en place grâce au travail d'Amélie CORDIER et de Dominique LONGIN.

Dans ce numéro, vous trouverez un dossier très fourni sur l'« IA et les transports » réalisé par Flavien BALBO et René MANDIAU avec la présentation d'une quinzaine d'équipes de recherche qui travaillent dans ce domaine. Vous pourrez lire les présentations de nouveaux événements comme celui des rencontres entre « Science & Télévision » et l'IA résumé par Yves DEMAZEAU et Marina VASSEUR, la journée MACS& IA relatée par Davy MONTICOLO et Éric BONJOUR, et enfin la journée RI & IA qui nous est décrite par Brigitte GRAU et Jean-Pierre CHEVALLET. Florence BANNAY nous fait un compte rendu du premier défi proposé par l'AFIA lors de la nuit de l'info 2015. Philippe MULLER présente la deuxième édition de la journée PDIA, François JACQUENET nous décrit le déroulement de la conférence IDA'2015 et le prix qui a été décerné au nom de l'AFIA à la meilleure présentation faite au cours de cette conférence. Ce dossier est également très riche en annonces de soutenances de thèses et de HDR puisque l'automne est une saison où les soutenances foisonnent.

**Bonne lecture à tous !**

*Olivier AMI, Florence BANNAY, Dominique LONGIN, Nicolas MAUDET & Philippe MORIGNOT*  
Rédacteurs



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

---

## SOMMAIRE

### DU BULLETIN DE L'AFIA

---

4	Dossier « Intelligence Artificielle et Transport »	
	Édito . . . . .	5
	CHROMA : Cooperative and Human-aware Robot Navigation in Dynamic Environments . . . . .	6
	CI : Connected Intelligence . . . . .	7
	Les recherches multi-agents en transport de l'équipe SMAC (Lille) . . . . .	10
	Recherches multi-agents en transport dans DIM (Valenciennes) . . . . .	14
	Ifsttar : Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux . . . . .	17
	Le laboratoire ESTAS de l'Ifsttar . . . . .	18
	Le laboratoire GRETTIA de l'Ifsttar . . . . .	19
	Le laboratoire LESCOT de l'Ifsttar . . . . .	21
	Le laboratoire LEPSiS de l'Ifsttar . . . . .	22
	Le laboratoire LICIT de l'Ifsttar . . . . .	23
	Le Projet SIMU de l'Ifsttar . . . . .	24
	L3i : Laboratoire Informatique, Image et Interaction . . . . .	26
	LIM, groupe de Travail Systèmes Collectifs Adaptatifs . . . . .	27
	L'équipe interlaboratoires LIRIS & LICIT . . . . .	29
	Recherches en transport dans l'équipe M2DisCo (LIRIS, Lyon) . . . . .	32
	L'équipe Système Multi-agents et Optimisation de l'UTBM, Belfort . . . . .	33
38	Compte-rendu de journées, événements et conférences	
	Événement « Science & Télévision » et IA . . . . .	38
	Journée pour la Promotion et le Développement de l'IA . . . . .	39
	Conférence Intelligent Data Analysis 2015 . . . . .	41
	Journée « Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes dynamiques » et IA . . . . .	42
	Journée « Recherche d'Information » et IA . . . . .	42
	Le défi de l'AFIA pour la nuit de l'info 2015 . . . . .	43
46	Prix AFIA	
	Prix AFIA de la meilleure présentation à IDA 2015 . . . . .	46
48	Thèses et HDR du trimestre	



**AfIA**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

---

# Dossier

## « Intelligence Artificielle et Transport »

---

Dossier réalisé par

**Flavien BALBO**

*flavien.balbo@mines-stetienne.fr*

**René MANDIAU**

*René.Mandiau@univ-valenciennes.fr*



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## Édito

Le domaine du transport a toujours dû faire face à une complexité grandissante. Ainsi les professionnels du domaine doivent offrir des solutions toujours plus efficaces, fiables et sans risques pour les biens et personnes transportées avec toujours plus de contraintes environnementales et sociétales. En effet, la demande en moyen de transport ne cesse de croître que ce soit quantitativement ou qualitativement. L'utilisation croissante de l'informatique constitue de plus en plus une partie majeure de la solution. Le développement des Systèmes Intelligents de Transport illustre l'évolution et plus généralement le rôle grandissant de l'informatique dans les systèmes de transport. L'objectif de ces systèmes est de rendre les réseaux plus sûrs, plus efficaces, plus fiables et plus écologiques sans avoir nécessairement à modifier matériellement l'infrastructure existante.

Si le domaine du transport a grandement bénéficié des progrès de l'informatique, le développement de solutions demeure une tâche difficile dans un environnement complexe par nature. Ainsi les modèles et technologies relevant de l'intelligence artificielle peuvent permettre de proposer des solutions à des problèmes qui sont difficiles à résoudre avec les approches conventionnelles. L'objectif vise à mettre en œuvre ou à développer dans ce cadre les solutions liées aux grands thèmes de l'intelligence artificielle que sont la représentation des connaissances, la mise en œuvre de processus de raisonnement, l'apprentissage, la résolution de problèmes, les systèmes multi-agents ou encore la robotique. Réciproquement, les chercheurs en Intelligence Artificielle ont ainsi un terrain d'expérimentation pour mettre en œuvre leurs compétences dans les domaines de la simulation, de la modélisation ou encore de la planification. Ainsi, chacun peut trouver dans le transport un domaine de recherche riche en applications et en défis scientifiques.

Plus d'une dizaine de laboratoires ont participé à ce dossier. Un premier constat concerne la richesse des domaines d'applications. Le mode routier est majoritairement représenté dans ce bulletin et des solutions à de très nombreuses problématiques sont proposées comme l'information voyageur, la gestion du trafic, la surveillance de réseau ou encore les véhicules intelligents.

Dans ce dossier, vous trouverez pour chaque laboratoire impliqué les coordonnées de la personne à contacter, la problématique de recherche, les projets en cours ou réalisés ainsi qu'une bibliographie ciblée.



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

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

Centre Inria Grenoble Rhône Alpes  
Laboratoire CITI  
<https://team.inria.fr/chroma/>

**Olivier SIMONIN**  
[olivier.simonin@insa-lyon.fr](mailto:olivier.simonin@insa-lyon.fr)  
+33 4 72 43 64 22

### Chercheurs impliqués :

- Christian Laugier, DR1 Inria émérite
- Olivier Simonin, Prof. INSA de Lyon
- Anne Spalanzani, Mcf. HDR UPMF
- Jilles Dibangoye, Mcf. INSA de Lyon
- Agostino Martinelli, CR1 Inria.

### 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.

Le projet vise à produire des modèles qui doivent permettre à des robots de

- réaliser des actions dans des conditions fortement contraintes (temps réels, incertitude, perception limitée),
- s'adapter à la dynamique de l'environnement (prévoir, planifier, apprendre),
- coopérer en présence d'autres entités robotiques (intelligence distribuée, coordination, connexion aux objets et capteurs de l'environnement), et enfin
- tenir compte de la présence humaine dans l'environnement (intelligence sociale du robot).

Notre approche pour atteindre ces quatre objectifs s'appuie sur des méthodologies et des outils théoriques tels que les techniques d'asservissement visuel, de contrôle multi-objectif, les modèles de prédiction sous incertitude et d'optimisation pour la

décision séquentielle stochastique, les modèles de décision et d'adaptation multi-agent, et enfin la modélisation des comportements humains.

### Description des travaux

Les travaux essentiels de l'équipe liés au domaine du transport sont :

- **La conduite autonome et l'aide à la conduite pour véhicules en situation routière** : le modèle HSBOF (Hybrid Sampling Bayesian Occupancy Filter) développé depuis plusieurs années, d'abord dans l'équipe eMotion puis dans Chroma, vise à détecter et prédire le mouvement des objets mobiles devant le véhicule, cf. [3] et [1]. L'idée centrale est de combiner un filtre bayésien avec une grille d'occupation probabiliste, pour construire en temps réel une représentation de l'espace et des mouvements à partir des informations perçues par différents capteurs tels que des LiDAR<sup>1</sup>. Ce modèle a été construit et expérimenté avec des véhicules réels sur la route dans le cadre de projets et de partenariats avec Renault, Toyota et le CEA. Les travaux sur l'aide à la conduite se poursuivent avec la volonté d'intégrer les règles sociales [4] dans le système de prise de décision et d'interaction homme-véhicule (projet ANR Valet).
- **Coordination et régulation du trafic de véhicules autonomes dans un réseau d'intersections**. Les travaux développés reposent sur le couplage de modèles de coordination locale et de techniques d'optimisation décentralisée (recherche locale et algorithmes stochastiques), ([2]).
- **Simulation de réseaux de transport et Outil d'aide à la décision**. Les travaux se concentrent

1. NDLR : La cartographie LiDAR est une technologie émergente du domaine de la télédétection capable de produire rapidement une impressionnante densité de points 3D géoréférencés



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

sur la modélisation et l'optimisation des déplacements multi-modaux (planification avec incertitude) et sur la simulation multi-agent des transports et des usagers ([5]).

## Références

- [1] S. Lefèvre, D. Vasquez, C. Laugier. A survey on motion prediction and risk assessment for intelligent vehicles. In *ROBOMECH Journal*, Springer, 2014, 1 (1), pp.1
- [2] A. Tlig, O. Buffet, O. Simonin, Stop-Free Strategies for Traffic Networks : Decentralized Online Optimization. In *ECAI 2014 21th European Conference on Artificial Intelligence Including Prestigious Applications of Artificial Intelligence (PAIS-2014)*, in Proc. of ECAI'2014, pp. 1191-1196, 2014.
- [3] C. Laugier, I. Paromtchik, M. Perrollaz, Y. Mao, J.-D. Yoder, C. Tay, K. Mekhnacha, and A. Nègre. Probabilistic Analysis of Dynamic Scenes and Collision Risk Assessment to Improve Driving Safety. In *Intelligent Transportation Systems Magazine*, 3(4), November 2011.
- [4] A. Spalanzani, J. Rios-Martinez, C. Laugier, and S. Lee. Risk Based Navigation Decisions. In *Azim Eskandarian, editor, Handbook of Intelligent Vehicles, volume 1*. Springer Verlag, February 2012.
- [5] D. Meignan, O. Simonin, A. Koukam. Simulation and Evaluation of Urban Bus Networks using a Multiagent Approach. In *SIMPAT International Journal Simulation Modelling Practice and Theory*, Elsevier (i.f. 1.05), vol. 15, pp 659-671, 2007

## ■ CI : Connected Intelligence

Département Informatique Image Télécom  
Laboratoire Hubert Curien (UMR5516)

<http://connected-intelligence.univ-st-etienne.fr>

**Olivier BOISSIER**

[boissier@emse.fr](mailto:boissier@emse.fr)

+33 4 77 42 01 23

### Chercheurs impliqués :

- Noorani Bakerally (doctorant depuis Oct. 2015)
- Flavien Balbo
- Philippe Beaune
- Olivier Boissier
- Nicolas Cointe (doctorant depuis Oct. 2014)
- Jacques Fayolle
- Christophe Gravier
- Oudom Kem (doctorant depuis Oct. 2014)
- Frédérique Laforest
- Pierre Maret
- Fabrice Muhlenbach
- Khadim Ndiaye (doctorant depuis Oct. 2015)
- Gauthier Picard
- Julien Subercaze
- Kamal Singh
- Antoine Zimmermann
- Chadha Zrari (doctorant depuis Oct. 2014)

### Thématique générale de l'équipe

La thématique « Connected Intelligence » du département Informatique Image Télécom du Laboratoire Hubert Curien (UMR 5516) regroupe des enseignants chercheurs de l'ENS Mines Saint-Etienne, de Télécom Saint-Etienne et de la Faculté des Sciences de l'Université Jean Monnet. Une description complète de la thématique est parue dans le bulletin 89 de l'AFIA. La figure 1.1 illustre les différentes dimensions que nous prenons en compte pour le traitement des problèmes dans le domaine du transport.

Dans un environnement complexe par excellence, nous proposons des solutions à toutes les étapes nécessaires au développement d'une application dans le domaine du transport. Nous décrivons ainsi dans les paragraphes suivants comment nous traitons avec différentes technologies de l'intelligence artificielle les flux issus de multiples sources



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

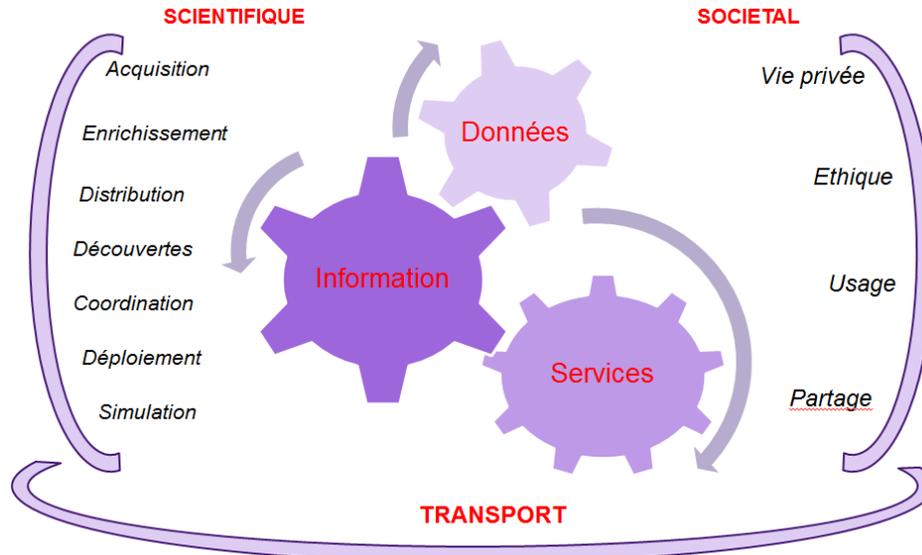


Figure 1.1 – Problématiques de la thématique Connected Intelligence

de données dans le cadre de la ville intelligente, la masse des informations et services utilisables par un voyageur et enfin le déploiement de services dans un système de transport intelligent coopératif. Nous présentons également comment des travaux transversaux sur la simulation et l'éthique sont utilisés dans le domaine du transport.

## Description des travaux

**Des données à l'information.** Le projet OpenSensingCity (ANR-14-CE24-0029) s'inscrit dans le développement actuel de plateformes pour les villes intelligentes. Il concerne plus particulièrement la mise à disposition de données temps réel sur des portails open data et les outils facilitant leur exploitation. De telles plateformes apportent de nouvelles opportunités d'innovation en terme de services en combinant les bénéfices des données ouvertes avec ceux des mises à jour temps réel. Afin de réaliser cet objectif, le projet s'appuie sur les technologies du Web sémantique, du Web des données, du traitement des flux de données et des raisonnements associés.

Actuellement, nous recensons les ontologies des villes intelligentes (ou de domaines associés) propo-

sés dans les cadre de projets de recherche et mises à disposition en ligne, dans le but de les intégrer à terme en une connaissance structurée et complète des *smart cities*.

Ce travail permettra d'organiser, de filtrer, d'interroger plus facilement les jeux de données et les flux de données ouverts des portails open data.

**Des sources informations et des services hétérogènes et dynamique.** Plongé dans un système de transport, le voyageur non connaisseur du réseau aura du mal à identifier les sources d'informations et/ou les services qui l'aideront dans son déplacement. C'est pourquoi, nous travaillons à l'amélioration des systèmes d'information voyageurs en proposant des solutions à la problématique de la découverte d'informations éphémères comme pour la gestion de places de stationnement ou lorsque la masse d'information et de services est très importante comme pour les Systèmes Avancés d'Information Voyageurs (SAIV).

Dans le cadre de la gestion du trafic routier urbain, la résolution du problème de recherche de places de stationnement constitue un enjeu majeur en raison de ses lourdes retombées économiques et



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

écologiques. En collaboration avec le Grettia/Ifsttar [1], nous avons proposé un système multi-agent qui permet à une communauté de conducteurs de partager des informations sur la disponibilité des places via un réseau intervéhiculaire. La solution fonctionne sans information a priori et gère dynamiquement la véracité des informations sans aucune infrastructure.

Un Système Avancé d'Information Voyageurs (SAIV) vise à aider les voyageurs durant les différentes étapes inhérentes à un déplacement. Il s'agit de proposer les services adéquats pour la planification d'itinéraires multimodaux, le guidage durant le déplacement ainsi que des fonctions de conseils. Actuellement, très peu de SAIV tentent à l'échelle mondiale d'offrir de tels services et ils sont limités par une approche inefficace de collecte des données nécessaires, avec pour conséquence une insuffisance des données utilisables par ces systèmes. Pour pallier ce problème de collecte, nous développons une approche dynamique pour la découverte et l'exploitation de données et de services existants. L'objectif est d'utiliser les technologies du web sémantique afin de créer un réseau de connaissance permettant à un agent intelligent de découvrir pour chaque voyageur les données et services qu'il peut utiliser pour son déplacement.

**Déploiement de services dans un réseau inter-véhiculaire.** Les Systèmes de Transport Intelligents Collaboratifs (STI-C) désignent les STI reposant sur la communication des véhicules entre eux et/ou avec l'infrastructure. Dans un premier travail en collaboration avec le Grettia/Ifsttar, nous avons proposé un système de régulation de feux donnant la priorité aux transports en commun suite à une négociation entre les feux et les véhicules impliqués [2]. A présent, dans le cadre d'une co-tutelle avec le laboratoire SOIE de l'ISG Tunis, nous travaillons au développement d'une plate-forme pour agent mobile simplifiant le déploiement de services pour des STI-C. L'enjeu est d'assurer l'exécution du service dans un environnement aussi dynamique en termes de charge réseau, de connectivité, ou encore d'ouverture. L'utilisation d'agents mobiles devrait permettre par une limitation du nombre des communications d'améliorer l'efficacité du déploiement

tout en améliorant les propriétés de respect de la vie privée et de sécurité.

**Travaux transversaux : Simulation.** Dans le cadre d'une thèse en co-tutelle avec le laboratoire LCIS de l'université Grenoble Alpes, nous travaillons à la conception d'un modèle de couplage entre modèles de simulation hétérogènes en fonction de différents niveaux d'abstraction (à l'échelle de différents écosystèmes). Dans le cadre de la simulation de trafic, le défi que nous adressons est celui de permettre l'observation d'un même système selon différentes perspectives (environnement, régulation, sécurité,...) avec pour chacune un niveau d'abstraction variable allant du microscopique (interaction véhicule à véhicule, véhicule à infrastructure etc.) au macroscopique (flot de véhicules, quartiers etc.).

Avec l'équipe SMA de l'UTBM, nous travaillons à la modélisation d'un environnement multidimensionnel [4]. L'objectif est de développer une simulation de trafic dans laquelle un conducteur de véhicule communicant pourrait interagir physiquement par le déplacement de son véhicule, l'émission de son par l'avertisseur ou de signaux par ses optiques. Il interagirait également par la communication en demandant la priorité au feu de signalisation d'un carrefour ou en annonçant des événements à son réseau social.

**Travaux transversaux : éthique.** Le projet EthicAa (ANR-13-CORD-0006) impliquant l'ENS Mines Saint-Etienne étudie la modélisation de raisonnement éthique dans les agents autonomes [3]. L'un des objectifs est le développement d'une approche permettant de modéliser l'éthique de collectifs d'agents autonomes de manière explicite. La représentation de l'éthique des utilisateurs d'un système vise à permettre des prises de décision collaboratives entre agents en tenant compte de valeurs morales et faciliter la compréhension des motivations éthiques d'un agent du point de vue d'un utilisateur. Des cas d'usage sont développés au sein de l'équipe concernant l'évaluation de risques ou la prise d'initiative pour la protection des personnes par des véhicules autonomes afin d'éprouver ces modèles. Nous proposons actuellement une architecture d'agent autonome doté d'une capacité



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

de jugement éthique de ses propres décisions et de celles d'autrui. Ce jugement prend en compte des valeurs, règles morales, principes et préférences éthiques pouvant représenter une grande variété de théories et cultures. Nous concentrons maintenant nos efforts sur la construction et l'usage d'éthiques collectives par divers procédés pour permettre aux agents de juger collectivement du caractère moral et juste d'une action.

## Références

- [1] N. Bessghaier, M. Zargayouna, F. Balbo. Online Localized Resource Allocation Application to Urban Parking Management. IAT 2012 : 67-74.
- [2] N. Bhourri, F. Balbo, S. Pinson. An agent-based computational approach for urban traffic regulation. Progress in AI 1(2) : 139-147 (2012).
- [3] N. Cointe, G. Bonnet and O. Boissier. De l'intérêt de l'éthique collective pour les systèmes multi-agents. In Plate-forme Intelligence Artificielle 2015, Rennes, France, 2015.
- [4] S. Galland, F. Balbo, N. Gaud, S. Rodriguez, G. Picard, O. Boissier. A Multidimensional Environment Implementation for Enhancing Agent Interaction. AAMAS 2015 : 1801-1802.

## ■ Les recherches multi-agents en transport de l'équipe SMAC (Lille)

*Equipe SMAC  
Centre de Recherche en Informatique Signal et  
Automatique de Lille (CRISTAL)*

<http://cristal.univ-lille.fr/SMAC/projects/trafficgen>

**Philippe MATHIEU**

[philippe.mathieu@univ-lille1.fr](mailto:philippe.mathieu@univ-lille1.fr)

+33 3 28 77 85 41

### Chercheurs impliqués :

- Philippe MATHIEU, Professeur Informatique,
- Sébastien PICAULT, MCF HDR Informatique,
- Antoine NONGAILLARD, MCF Informatique.

### Thématique générale de l'équipe

La simulation microscopique de trafic routier est depuis longtemps un domaine d'application privilégié des Systèmes Multi-Agents. L'approche centrée individus permet en effet d'intégrer la variété comportementale nécessaire pour rendre compte de situations réelles. Plus récemment, des bases de données géographiques fournissent des informations environnementales précises dans des formats ouverts, offrant ainsi la possibilité de réaliser facilement des simulateurs de trafic à base d'agents, informés en direct de modifications de conditions de circulation. En utilisant ces données et grâce à l'adaptativité des SMA, il est ainsi possible de construire des systèmes d'aide à la décision capables d'intégrer des changements environnemen-

taux et comportementaux de manière immédiate ; et de comparer ainsi divers scénarios construits sur des hypothèses différentes en matière d'acteurs, de comportements, d'environnement et de flux.

L'équipe SMAC du laboratoire CRISTAL de Lille est composée de neuf permanents. Ses principaux thèmes de recherche sont la modélisation de comportements centrés individus et la simulation multi-agents. Elle défend en particulier une approche homogène basée sur le tout-agent [4].

Elle développe par ailleurs une approche de la modélisation centrée sur les interactions qui a donné naissance à la méthodologie IODA [5], utilisée dans plusieurs projets qui se répartissent dans des axes applicatifs variés : finance computationnelle, SHS, théorie des jeux, serious games. Depuis plusieurs années, l'équipe SMAC s'est aussi impliquée fortement dans la thématique du transport, à travers des collaborations avec l'IFSTTAR (modélisation des deux-roues [3]) et Renault (d'une part sur la différenciation comportementale des conducteurs simulés dans Scanner [7] these-lacroix, d'autre part dans la refonte de leur simulateur en mode



3D). Les méthodes de conception de simulateur préconisées dans les travaux de l'équipe SMAC ont conduit notamment au développement d'un outil générique, la plateforme TrafficGen [1] [2], présentée ici.

## Presentation générale de TrafficGen

L'idée générale consiste à représenter une route par une séquence de nœuds, chacun connaissant ses successeurs possibles. Les véhicules circulent en ligne droite d'un nœud au suivant, en récupérant, lorsqu'ils arrivent sur un nœud, les directions possibles. Dans la simulation les véhicules sont donc toujours situés sur l'axiale de la route : le tracé visuel de la route, de même que le positionnement du véhicule sur sa voie, relèvent uniquement d'une question de représentation graphique, comme le montre la figure 1.2.

Pour ce faire, la phase d'initialisation de l'environnement de simulation consiste à lire les nœuds et chemins depuis une base de données (ou autre format de donnée structuré) pour tracer chacun d'entre eux et construire le graphe définissant la topologie du réseau routier.

## Modélisation « tout-agent »

La mise en œuvre concrète de la simulation se heurte à quelques difficultés. En premier lieu, les véhicules qui circulent sur ce réseau doivent évidemment interagir les uns avec les autres pour respecter des contraintes spatiales (évitement ou détection de collision), mais également interagir avec les divers nœuds du réseau pour leur navigation. Or les nœuds ne sont pas tous de même nature : certains ne laissent pas de choix quant à la direction à prendre (ils ne représentent qu'un point d'inflexion de la route), tandis que d'autres correspondent à la jonction de plusieurs routes (un carrefour) et supposent donc que les véhicules fassent un choix. Par ailleurs les données SIG (ie. OpenStreetMap ou OpenDRIVE) fournissent des indications sur la présence d'éléments d'infrastructure routière qui doivent être introduits dans la simulation, tels que les feux de signalisation, les stops, etc. Tous ces éléments doivent être réifiés dans la simulation afin de permettre aux véhicules de se compor-

ter d'une façon réaliste. En outre, si l'on souhaite se placer dans un cadre plus général d'exploitation des données cartographiques, pour intégrer d'autres éléments de réseaux de transport comme les voies pour piétons, pour cycles, pour bus, les lignes de métro ou de tram, etc. ; il faut d'emblée se donner les moyens d'étendre facilement le simulateur en associant aux éléments SIG des entités situées dans l'environnement. Enfin, pour tester des scénarios, la simulation doit également comporter des points de génération de véhicules capables de refléter des flux issus de données réelles, ainsi que divers outils de mesure permettant de mettre en place un système d'aide à la décision.

La grande diversité de ces entités, ainsi que la nécessité de pouvoir les étendre selon les besoins de la modélisation et les objectifs visés, nous amène à défendre la séparation des aspects déclaratifs et procéduraux du modèle, mais aussi une approche où toutes ces entités sont unifiées. Une solution consiste à utiliser l'approche IODA qui se place d'emblée dans cette perspective du « tout-agent » [4] [5], et apporte en outre l'avantage de permettre la définition de comportements génériques sous la forme de bibliothèques d'interactions.

Dans le cadre de *TrafficGen*, nous nous appuyons sur les agents listés ci-dessous. Là encore, pour disposer d'une méthode générale il faut établir un *dictionnaire données/agents* qui établit la correspondance entre les éléments SIG et les agents du simulateur.

**Les nœuds** ont pour accointances d'autres nœuds qui sont ceux auxquels ils sont reliés par **des liens**. Chaque lien a ses propres caractéristiques : nombre de voies, sens double ou unique, limitation de vitesse, etc.

**Les véhicules** sont dotés d'une vitesse souhaitée (celle qu'ils cherchent à atteindre en l'absence de contraintes) et d'une vitesse de déplacement instantanée qu'ils adaptent selon la situation. Ils calculent par ailleurs une moyenne mobile de cette vitesse effective sur les derniers cycles de simulation. Comme nous l'avons expliqué sur la figure 1.2, le véhicule se déplace en suivant l'axiale de la route (i.e. un *lien* entre deux *noeuds*), mais est affecté logiquement à l'une des voies disponibles.

Lorsqu'un nœud possède plus de deux accointances, il crée automatiquement un agent **carre-**

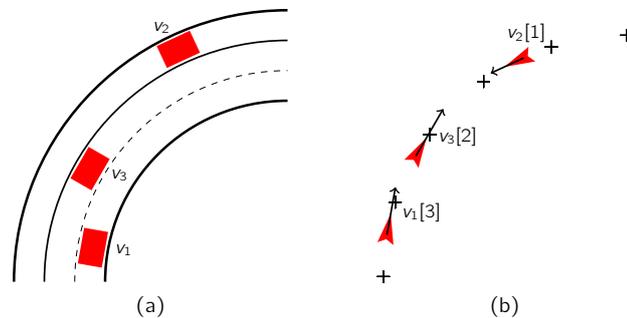


Figure 1.2 – (a) Portion de route à 3 voies (2 à droite, 1 à gauche) comportant 3 véhicules. (b) Représentation dans *TrafficGen* : les croix représentent les agents nœuds, chaque flèche le vecteur vitesse de l'agent véhicule, et le chiffre entre crochets sa voie.

**four**, auquel il délègue la régulation de l'accès aux voies pour éviter les collisions. Différentes possibilités ont déjà été proposées pour ce faire ; à plus gros grain, on peut attribuer un sémaphore à chaque voie pour en contrôler l'accès. Grâce à l'approche IODA, ce n'est pas dans le carrefour en tant que tel que se décide le mécanisme de régulation retenu : les divers mécanismes de la littérature peuvent être implémentés dans des *interactions* qui peuvent ensuite être affectées (ou non) à tel ou tel carrefour.

**Les feux tricolores et panneaux divers** sont créés à partir des informations SIG (quand elle sont présentes) et sont réifiés en tant que tels par des agents appartenant à des familles dédiées.

**Les générateurs** sont en charge de la création de véhicules avec des caractéristiques et un rythme fonction des données réelles disponibles ou définis par des lois de probabilité.

**Les sondes** mesurent et sauvegardent les caractéristiques des véhicules qui passent à leur portée. Ces caractéristiques ont vocation à être choisies en fonction du type de réseau de transport et des scénarios à étudier.

**Les ralentisseurs** permettent d'imposer ponctuellement une vitesse maximum à tous les véhicules dans un périmètre circulaire donné.

Nous nous sommes également intéressés à l'application de notre méthode sur d'autres réseaux de transport. Pour cela nous avons réutilisé le format OpenStreetMap afin de récupérer les données relatives aux différents réseaux de métro français (eg. métro de la ville de Lyon figure 1.3). En complé-

ment de la création du réseau, il faut également ajouter les agents nécessaires (ie. rames, stations, etc.) et définir la matrice d'interaction associée à la simulation (y compris en réutilisant des interactions déjà définies, les spécificités des nouveaux agents étant prises en compte au moyen des primitives de condition et d'action).

## Synthèse

La simulation centrée individus est un outil particulièrement bien adapté à la modélisation du trafic. Elle permet en effet d'individualiser les décisions, de modéliser finement les comportements et de gérer des profils de conducteurs différenciés.

Une approche centrée interactions comme celle défendue par l'équipe SMAC permet de plus une montée en complexité des simulations réalisées, une unification des concepts permettant de simplifier à la fois la conception et le développement. Nos différentes collaborations industrielles nous ont permis depuis plusieurs années de tester en situation réelle ces différents outils et de renforcer notre savoir-faire dans le domaine de la génération de trafic. Il nous est maintenant possible de générer des simulations qui intègrent automatiquement des données réelles, aussi bien pour les aspects cartographiques que pour la récupération d'informations de flux.



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

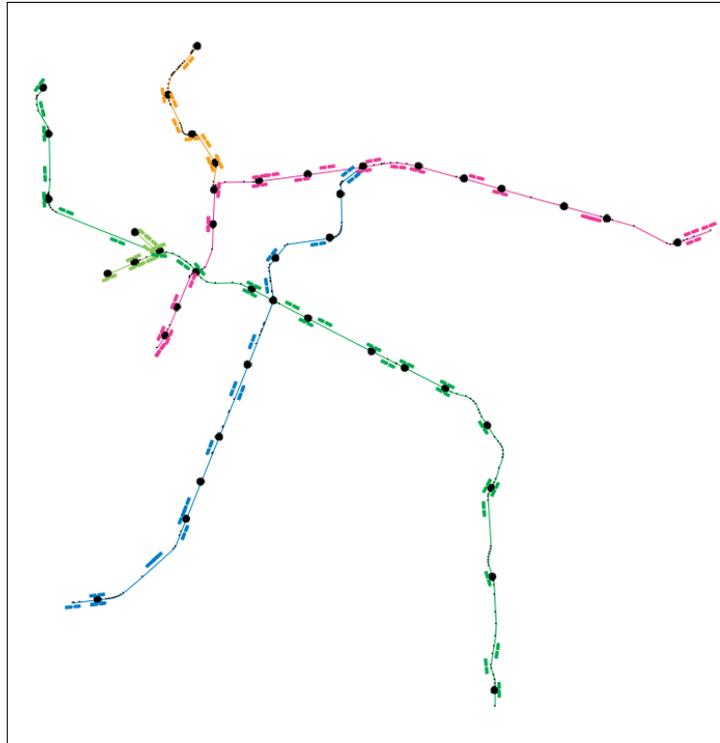


Figure 1.3 – Une simulation du métro lyonnais, obtenue par changement du dictionnaire données/agents et de la matrice d'interactions dans *TrafficGen*.

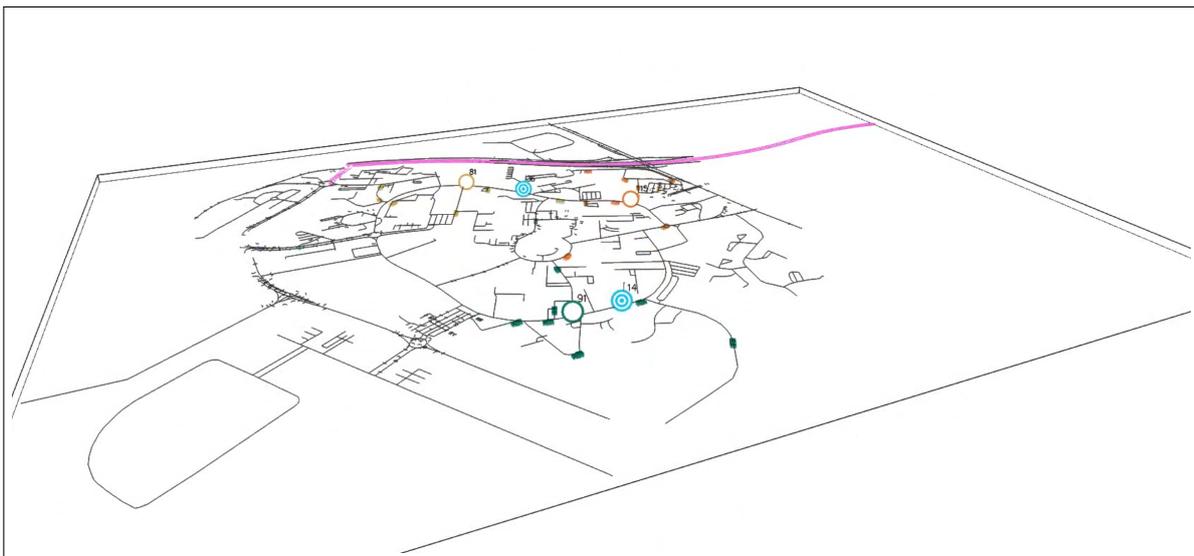


Figure 1.4 – Le campus de Lille 1 chargé dans *TrafficGen*



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## Références

- [1] A. Bonhomme, P. Mathieu, and S. Picault. A versatile description framework for modeling behaviors in traffic simulations. In G.A. Papadopoulos, editor, *IEEE 26th Int. Conf. on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI'2014)*, pages 937–944. IEEE, 2014.
- [2] Alexandre Bonhomme, Philippe Mathieu, and Sébastien Picault. A versatile multi-agent traffic simulator framework based on real data. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 2015. (accepté, à paraître).
- [3] L. Bonte, P. Mathieu, and S. Espié. Modélisation et simulation des usagers des deux-roues motorisés dans archisim. In V. Chevrier, editor, *Actes des 14e Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents*, pages 31–44. Hermès, 2006.
- [4] Y. Kubera, P. Mathieu, and S. Picault. Everything can be agent! In W. van der Hoek et al., editors, *Proc. of the 9th Int. Joint Conf. on Auton. Agents and Multi-Agent Systems (AA-MAS)*, pages 1547–1548. IFAAMAS, 2010.
- [5] Y. Kubera, P. Mathieu, and S. Picault. IODA : An interaction-oriented approach for multi-agent based simulations. *J. of Auton. Agents and Multi-Agent Systems*, 23(3) :303–343, 2011.
- [6] B. Lacroix. *Normer pour mieux varier ? La différenciation comportementale par les normes, et son application au trafic dans les simulateurs de conduite*. Thèse de doctorat, Université Lille 1, 2009.
- [7] B. Lacroix, P. Mathieu, and A. Kemeny. Formalizing the construction of populations in multi-agent simulations. *J. Eng. App. of AI*, 26(1) :211–226, 2013.

## ■ Recherches multi-agents en transport dans DIM (Valenciennes)

Équipe DIM (Décision, Interaction et Mobilité)  
LAMIH, Université de Valenciennes  
<http://www.univ-valenciennes.fr/LAMIH>

**René MANDIAU**  
[rene.mandiau@univ-valenciennes.fr](mailto:rene.mandiau@univ-valenciennes.fr)  
+33 3 27 51 14 38

### Chercheurs impliqués

- Emmanuel Adam
- Emmanuelle Grislin-Le Strugeon
- René Mandiau
- Sylvain Piechowiak

### Thématique générale de l'équipe

Les travaux s'inscrivent au LAMIH (laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique, industrielles et Humaines) dans le département DIM. L'équipe s'intitulant InterA (Interactions et Agents) a pour vocation d'entreprendre des recherches dans le domaine des interactions homme-machine et de l'Intelligence Artificielle Distribuée - Systèmes multi-agents (IAD – SMA).

Le domaine des transport, et notamment la simulation du trafic routier est considérée comme une

des applications dans laquelle les modèles agents apportent réellement de nouvelles problématiques de recherches. L'approche centrée agent (simulation dite microscopique) se confronte aux approches macroscopiques (utilisées depuis plus longtemps dans ce domaine). Les modèles développés ont l'avantage de proposer des outils plus réalistes, prenant en compte une plus grande variabilité des comportements ainsi que des environnements plus riches (e.g., des bases de données géographiques, des ontologies). Ces différents éléments ont permis de proposer de nouveaux enjeux à la fois scientifiques (sur les modèles agents), ou sociétaux - environnementaux (multi-modalité, environnement informé, mobilité durable).

Ces recherches ont été initiées au début des années 2000 dans différents domaines liés aux contextes urbains : la régulation de trafic de bus et la simulation de trafic routier. Dans une cer-



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

taine mesure, l'animation de piétons virtuels dans un contexte urbain a aussi contribué à la modélisation d'environnements plus réalistes pour des simulations de trafic en ville.

## Description des travaux

**Régulation de trafic de bus** Cette étude (Thèse de doctorat de H. Laichour en 2002) [9] vise à améliorer la qualité des transports en fournissant une aide à la régulation de trafic de bus. Elle modélise l'application sous forme d'une organisation multi-agents. Pour respecter au mieux les horaires théoriques annoncés aux clients/usagers, il est nécessaire pour l'exploitant d'assurer une régulation en temps réel. Cette régulation permet de compenser les incidents du réseau (se traduisant par des retards) en effectuant certaines manœuvres sur les autobus. Elle est réalisée par un opérateur humain qui travaille essentiellement par expérience (le processus de régulation n'est pas formalisé). Afin de répondre aux besoins du régulateur et à la satisfaction des usagers, nous avons proposé un outil d'aide à base d'agents regroupés dans une organisation en fonction des flux d'informations. Les interactions influencent les comportements des agents, tout en respectant des logiques de régulation. Les principes décrits précédemment ont fait l'objet d'applications pour la CTPM (Compagnie des Transports du Pays de Montbéliard) et pour la Ste Semurval (Valenciennes).

**Conception et réalisation de l'animation comportementale de piétons virtuels** Développé dans le cadre d'un projet PREDIT, un modèle de sélection d'action basé sur le vote (Thèse de doctorat de D. Hanon en 2006) [5] a été appliqué à la commande de piétons virtuels – projet RESPECT (Route Empruntée en Sécurité par le Piéton-Enfant Confronté au Trafic). Ce projet visait à concevoir un simulateur éducatif permettant de placer l'enfant-joueur dans des situations accidentogènes engendrées par des interactions entre les piétons et les véhicules. Dans ce cadre, nous avons contribué à la conception et à la réalisation de l'animation comportementale des piétons virtuels, chacun d'eux étant « piloté » par un agent. Les actions

modélisées par les agents correspondent aux commandes de mouvements à générer. Dans ce cadre, les actions sont appliquées dans un premier temps à un mobile qui correspond à la représentation des caractéristiques physiques de l'agent-piéton, puis elles sont répercutées aux niveaux géométrique et graphique. L'architecture proposée est une architecture hybride, intégrant des propriétés cognitives et réactives. Le raisonnement cognitif est réalisé lors d'une phase initiale de recherche d'itinéraire, et en navigation, c'est-à-dire dans la décision concernant l'adoption d'un nouvel objectif. Le raisonnement réactif, quant à lui, est réalisé principalement pendant la phase de simulation. Il permet de réagir, de manière appropriée et à chaque pas de la simulation, à l'environnement dynamique. Le modèle proposé a également été adapté pour modéliser le comportement des conducteurs.

**Simulateur de propagation d'information dans un trafic routier** Dans le cadre du projet PLAiiMOB (Plate-forme de simulation dédiée aux services de mobilité) de CISIT (International Campus on Safety and Intermodality in Transportation), un simulateur de trafic routier a été développé pour étudier la mise en place de services dans le cadre de la mobilité et de l'inter-modalité. Il s'agissait d'étudier la propagation d'information entre véhicules se déplaçant de manière aléatoire sur un réseau, et entre véhicules autonomes bouclant sur des chemins prédéfinis. Ces travaux ont permis de proposer la notion de connaissances volatiles, permettant à des entités mobiles réelles de réagir à des événements en reproduisant un comportement basé sur la stigmergie [1].

Afin de faciliter l'usage du simulateur (supportant les données cartographiques provenant de OpenStreetMap), une extension de celui-ci a été portée sur une table interactive permettant l'utilisation d'objets tangibles, et ouvrant des perspectives pour de nouvelles plateformes de communication. Nous avons défini les interactions et comportements d'agents hétérogènes (virtuels/simulés et tangibles/physiques) sur la table TangiSense (intégrant une technologie RFID). L'intérêt de l'approche est également de servir de support d'interactions entre différents utilisateurs humains (Thèse



de doctorat de Y. Lebrun en 2012) [7].

**Simulation de trafic routier** Nous avons initié les premiers travaux avec Renault [2] sur le simulateur Scanner II par une approche agent (des travaux d'insertion sur une route). Ce travail a été étendu et a fait l'objet d'une collaboration étroite avec l'IF-STTAR (équipe dirigée par S. Espié) sur le simulateur ArchiSim (orienté essentiellement sur des problèmes de croisements de trafic dans des contextes urbains ou peri-urbains).

Les études proposées visent à modéliser de manière « réaliste » les comportements humains. Dans ce contexte, un agent humain est plongé dans un environnement de simulation (routier en l'occurrence) mettant en jeu des interactions entre agents artificiels d'une part, et les agents artificiels/agents humains d'autre part. La modélisation de chaque agent et de ses comportements s'avère une entreprise délicate, puisque les comportements sont hétérogènes. Des solutions dans des situations critiques (par exemple, des carrefours) ont été proposées et comparées avec des mesures de trafic. Notons que le problème des carrefours est en fait un problème difficile et mal traité dans les outils actuels (souvent considérés comme des « boîtes noires » dans lesquelles les véhicules entrent et sortent).

Deux études ont proposé des mécanismes de coordination multi-agent afin d'améliorer la cohérence globale du trafic ; tandis que la troisième s'est attachée à la représentation de l'environnement.

Une première étude en collaboration avec la société CS-SRILOG, vise à modéliser les interactions entre des agents décrites sous forme de gains définis dans une matrice de jeu (Thèse de doctorat de A. Champion en 2003) [10]. Chaque agent joueur sélectionne son action en fonction de son gain potentiel et du gain des autres joueurs. A partir de cette évaluation, les agents décident de sélectionner leurs actions individuelles.

Une seconde étude (Thèse de doctorat de A. Doniec en 2006) consiste à modéliser l'environnement perçu par chaque agent comme un réseau de contraintes [3] [4]. Chaque agent essaie d'anticiper le comportement des autres agents et de détecter des situations de blocage par détection d'incohérences du réseau de contraintes. L'agent peut ainsi

déduire s'il y aura une situation de blocage inter-véhicules. Le travail a également mis en évidence l'importance de la notion d'agents non normatifs dans l'évolution du trafic global (c'est-à-dire, dans le contexte de la conduite, ces derniers ne respectent plus obligatoirement le code de la route, considérée jusqu'à présent comme une norme « inviolable »).

Une troisième et dernière étude (Thèse de doctorat de F. Ksontini en 2013), fruit d'une collaboration avec Mme Z. Guessoum (LIP6 et CReS-TIC), s'est intéressée au problème de la représentation de l'environnement par les agents, représentation cruciale qui permet à l'agent de décider sous contrainte temporelle. Les différents travaux existants supposent que le positionnement des véhicules est régi par des voies physiques. Cette modélisation ne permet pas de simuler correctement les phénomènes observés (par exemple pour les deux-roues ou les véhicules d'urgence). Les travaux ont permis de définir un modèle d'interaction avec l'environnement fondé sur le concept d'affordance. L'approche prend en compte des propriétés des objets et/ou de l'environnement, les possibilités d'action mais aussi des caractéristiques individuelles des agents [8].

Dans une étude complémentaire (Thèse de doctorat de U. Ketenci en 2013), nous nous sommes intéressés au processus de perception de son environnement par le conducteur, processus préalable à la prise de décision. Un modèle prenant en compte les limites perceptives et attentionnelles du conducteur a été proposé. Le modèle comprend une double activité de perception (passive et active), couplée à une limitation quantitative des percepts (limite de la mémorisation à court-terme). Ce modèle a été implémenté dans un environnement multi-agent de simulation de trafic et a permis de mettre en évidence son intérêt pour simuler des comportements proches des comportements observés et des variations inter-individuelles dans la population de conducteurs [6].

## Références

- [1] E. Adam, E. Grislin-le Strugeon and R. Mandiau. MAS architecture and knowledge model for vehicles data communication. In *Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence*



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

- Journal (ADCAIJ)*, 1, 23–31, juin 2012.
- [2] A. Champion, A. Heidet, A. Kemeny, R. Mandiau, and C. Kolski. Traffic generation with the scanner II simulator : towards a multi-agent architecture. In *Driving Simulation Conference (DSC-99), Paris, France*, ISBN 7-8311-325311-325, pages 311–325, July 1999.
- [3] A. Doniec, R. Mandiau, S. Piechowiak, and S. Espié. Anticipation based on constraint processing in a multi-agent context. *Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, ISSN-1387-2532, Springer Netherlands Ed, 17(2) :339–361, Oct. 2008.
- [4] A. Doniec, R. Mandiau, S. Piechowiak, and S. Espié. Controlling non-normative behaviors by anticipation for autonomous agents. *Web Intelligence and Agent Systems*, 6(1) :29–43, 2008.
- [5] D. Hanon, E. Grislin-Le Strugeon, and R. Mandiau. A behaviour based decisional model using vote. In *M. Mohammadian (Ed.), Proceedings IAWTIC'2005 International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies & Internet Commerce (28-30 November 2005, Vienna, Austria)*, ISBN 1740-88247-4, November 2005.
- [6] U. Ketenci, R. Brémond, J. Auberlet, E. Grislin-Le Strugeon (2014). Drivers with limited perception : model and application to traffic simulation. *Recherche Transports Sécurité*, 2014 (1), pp. 49–63, 2014.
- [7] S. Kubicki, Y. Lebrun, S. Lepreux, E. Adam, C. Kolski, and R. Mandiau. Simulation in contexts involving an interactive table and tangible objects. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 31 :116–131, 2013.
- [8] F. Ksontini, R. Mandiau, Z. Guessoum, and S. Espié. Affordance-based agent model for road traffic simulation. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 29(5) :821–849, 2015.
- [9] H. Laichour, S. Maouche, and R. Mandiau. Un système multi-agent pour la régulation des correspondances. In *Actes des 10èmes Journées francophones sur l'IAD-SMA, J-P. Muller, Ph. Mathieu et B. Beaufils (eds.), Hermes, Lille, France*, pages 257–261, 28-30 Oct. 2002.
- [10] R. Mandiau, A. Champion, J-M. Auberlet J-M., S. Espié, and C. Kolski. Behaviour based on decision matrices for a coordination between agents in urban traffic simulation. *Applied Intelligence*, 28(2) :121–138, 2008.

## ■ Ifsttar : Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux

IFSTTAR  
Marne la Vallée  
<http://www.ifsttar.fr>

Claire Sallenave  
(Directrice déléguée par intérim)  
+33 4 77 42 01 23

### Thématique générale de l'institut

L'Ifsttar, l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux, est un établissement public à caractère scientifique et technologique, placé sous la tutelle conjointe du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

L'Ifsttar a pour missions de réaliser ou faire réaliser, d'orienter, d'animer et d'évaluer des re-

cherches, des développements et des innovations dans les domaines du génie urbain, du génie civil et des matériaux de construction, des risques naturels, de la mobilité des personnes et des biens, des systèmes et des moyens de transports et de leur sécurité, des infrastructures, de leurs usages et de leurs impacts, considérés des points de vue technique, économique, social, sanitaire, énergétique, environnemental et humain.

Les travaux produits ou initiés sont ainsi présen-



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

tés selon les 4 axes suivants :

- Analyser et innover pour une mobilité durable et responsable (axe 1),
- Construire, déconstruire, préserver, adapter les infrastructures de manière efficace et durable (axe 2),
- Mieux prendre en compte le changement climatique, les risques naturels et les impacts environnementaux et sanitaires en milieu anthropisé (axe 3) et
- Penser et aménager les villes et les territoires durables : approches systémiques et multi-échelles (axe 4).

L'intitulé même de ses 4 axes est une bonne indication de la manière dont les équipes de recherche de l'institut tentent de répondre aux enjeux sociétaux et à leurs évolutions. Les recherches en Intelligence Artificielle présentent un grand intérêt pour les systèmes de transports et plus généralement pour de nombreux domaines d'application au sein de l'Institut, ce qui en fait une thématique transversale naturelle. Dans ce bulletin, sont présentés les principaux laboratoires et projet développant des recherches dans le domaine de l'IA pour les transports.

## ■ Le laboratoire ESTAS de l'Ifsttar

ESTAS :  
*Évaluation des Systèmes de Transport Automatisés  
et de leur Sécurité*  
<http://www.estas.ifsttar.fr/>

**Joaquim RODRIGUEZ**  
[joaquin.rodriquez@ifsttar.fr](mailto:joaquin.rodriquez@ifsttar.fr)  
Directeur du laboratoire  
Correspondant AFIA

### Activités du Laboratoire

Les activités de recherche du laboratoire ESTAS portent presque exclusivement sur le système ferroviaire. Les avancées de l'Intelligence Artificielle ont permis d'aborder deux types de problèmes : le diagnostic à base de modèles et le problème d'ordonnement et de routage des circulations ferroviaires.

Les premières recherches sur diagnostic à base de modèles datent des années 90 et se sont appuyées sur les techniques de raisonnement hypothétique, les systèmes de maintien de la vérité, le raisonnement temporel, la programmation par contraintes et les réseaux bayésiens. Après une pause sur ces travaux, de nouvelles recherches ont vu le jour ces dernières années, qui s'appuient sur les techniques de satisfaction de contraintes booléennes pour les problèmes SAT. En phase de conception des systèmes de contrôle commande ferroviaire se pose le problème de la diagnosticabilité de ces systèmes. L'approche consiste donc à formuler le problème de diagnosticabilité en un problème SAT à partir de la spécification du compor-

tement du système [1] [2].

Lors de la mise en œuvre du plan de transport et face à des perturbations du trafic, l'amélioration de la ponctualité des trains dépend, entre autres, des bons choix d'ordonnement et de routage des circulations. Ce problème a été formulé d'une part dans le formalisme de la programmation par contraintes (PPC), d'autre part en programmation linéaire mixte entière (MILP). Les performances des heuristiques de recherche utilisées avec le modèle PPC a été grandement améliorées par les techniques de calcul de textures proposées par J.C. Beck [3]. Plus récemment, les performances du modèle MILP ont été améliorées à partir de l'algorithme SMAC (Sequential Model-based Algorithm Configuration) proposé par Hutter pour rechercher la configuration optimale des paramètres de la méthode de résolution [4]. La taille de l'ensemble des itinéraires possibles est une des sources de la difficulté de résolution du problème de routage. La définition d'un sous-ensemble d'itinéraires a été modélisée sous la forme d'un MILP, et une heuristique de résolution à base de colonie de fourmis a été définie dans [5].



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## Références

- [1] Liu, B. An Efficient Approach for Diagnosability and Diagnosis of DES based on Labeled Petri Nets : Application to Railway Safety. Thèse Ecole Centrale de Lille, 2014.
- [2] Liu, B. and Ghazel, M. and Toguyeni, A. Model-Based Diagnosis of Multi-track Level Crossing Plants. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, à paraître.
- [3] Rodriguez, J., Marlière, G., Sobieraj, S. A constraint-based scheduling model for optimal train dispatching. In *Joint Rail Conference, Urbana-Champaign, Illinois, USA*, avril 2010.
- [4] Pellegrini, P., Marlière, G., Pesenti, R., Rodriguez, J. RECIFE-MILP : An effective MILP-based heuristic for the real-time railway traffic management problem. In *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 16 (5), 2609–2619, 2015.
- [5] Samà, M., Pellegrini, P, D'Ariano, A., Rodriguez, J, Pacciarelli, D. Ant colony optimization for the real-time train routing selection problem. *Transportation Research Part B*, en soumission.

## ■ Le laboratoire GRETTIA de l'Ifsttar

*GRETTIA :*  
*Génie des Réseaux de Transports Terrestres*  
*et Informatique Avancée*  
<http://www.grettia.ifsttar.fr/>

**Jean-Patrick LEBACQUET**  
[jean-patrick.lebacque@ifsttar.fr](mailto:jean-patrick.lebacque@ifsttar.fr)  
Directeur du laboratoire

**Hamza-Mahdi ZARGAYOUNA**  
[hamza-mahdi.zargayouna@ifsttar.fr](mailto:hamza-mahdi.zargayouna@ifsttar.fr)  
Correspondant AFIA

### Activités du Laboratoire

La recherche en intelligence artificielle dans l'unité de recherche GRETTIA est structurée dans deux pôles : un pôle Data & Mobilité centré sur la fouille de données et un pôle Modélisation & Multimodalité centré sur la modélisation et la simulation multi-agents.

**Pôle Data & Mobilité** La génération et la mise à disposition aujourd'hui de masse de données qui concernent les réseaux de transport (traces GSM, crowdsourcing, véhicules sonde, etc.), offre des opportunités sans précédent pour la mise en place d'approches de modélisation renouvelées des mobilités.

Le pôle Data & Mobilité travaille sur l'analyse, la compréhension et la prévision des mobilités avec une vision fouille de données-visualisation. Des outils d'analyse basés notamment sur les modèles génératifs à variables latentes sont développés pour l'analyse de traces spatio-temporelles de mobilité.

L'objectif est de mieux comprendre la mobilité des personnes et l'usage qui est fait des réseaux de transport en mesurant leur attractivité, en mettant au point des modèles prédictifs de leur usage et des outils d'aide à leur dimensionnement.

On peut notamment citer les travaux sur les données du système de vélos en libre service de Paris, qui se sont attachés à la fois à un aspect clustering des stations en identifiant les liens entre l'usage qui est fait d'une station et les caractéristiques socio-économiques de la ville de Paris, et à un aspect prévision de flux dans chaque station du réseau.

**Pôle Modélisation & Multimodalité** Avec la généralisation des systèmes embarqués, la montée en puissance des véhicules connectés et de l'information de voyageurs en temps-réel, le comportement des réseaux de transport modernes devient difficile à analyser et à prévoir. Il devient de plus en plus important de développer des systèmes d'aide à la décision et à la mobilité, prenant en compte ce



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

nouvel environnement.

Le pôle Modélisation & Multimodalité travaille sur la modélisation et la simulation multi-agent de réseaux multimodaux de transport. Des exemples de systèmes ainsi modélisés sont l'information voyageurs, le stationnement urbain, le transport à la demande et la gestion de crise. Une grande partie de ces applications a été modélisée en considérant deux types de représentation explicite de l'environnement multi-agent : générique et spécifique fondée sur les graphes spatiotemporels. Un intérêt majeur de cette approche centrée-environnement est de permettre la considération de problèmes en ligne, dans lesquels les agents rejoignent et quittent le système librement et dans lesquels les données et paramètres changent pendant l'exécution.

## Références

- [1] Come E., Oukhellou L. Model-based count series clustering for Bike Sharing System usage mining, a case study with the Velib system of Paris. ACM TIST (2014).
- [2] A.S. Briand et al. A Mixture Model Clustering Approach for Temporal Passenger Pattern Characterization in Public Transport. IEEE DSAA, 2015.
- [3] Mastio M, Zargayouna M, Rana O. Towards a Distributed Multiagent Travel Simulation. Springer SIST, 2015.
- [4] Zargayouna M, Zeddini B, Scemama G, Othmane A. Agent-Based Simulator for Travelers Multimodal Mobility. IOS FAIA, 2013.
- [5] Zargayouna M, Zeddini B. Fleet Organization Models for Online Vehicle Routing Problems. Springer TCCI, 2012.



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## ■ Le laboratoire LESCOT de l'Ifsttar

*LESCOT :*  
*Laboratoire Ergonomie et Sciences Cognitives*  
*pour les Transports*  
<http://www.lescot.ifsttar.fr/>

**Hélène TATTEGRAIN**  
[helene.tattegrain@ifsttar.fr](mailto:helene.tattegrain@ifsttar.fr)  
Directrice du laboratoire  
**Thierry BELLET**  
[thierry.bellet@ifsttar.fr](mailto:thierry.bellet@ifsttar.fr)  
Correspondant AFIA

### Activités du Laboratoire

Le LESCOT est un laboratoire de recherche rattaché au département TS2 (Transport Santé Sécurité) de l'Ifsttar. Les travaux du laboratoire s'inscrivent dans le champs de l'ergonomie et des sciences cognitives, et visent notamment le développement d'un modèle de simulation cognitive du conducteur automobile – dénommé COSMODRIVE – capable de simuler sur ordinateur les activités mentales d'un conducteur humain, en allant de la perception de l'environnement routier jusqu'à la mise en œuvre d'actions de conduite, modulo l'élaboration de représentations cognitives de la situation et la prise de décision [1]. Dans ce cadre général, les techniques d'intelligence artificielle mobilisées visent à mimer « au plus près » la cognition naturelle, du point de vue de l'architecture du système cognitif humain (selon ses différents niveaux de « conscience »), des connaissances et des savoir-faire opératoires (modélisées sous la forme de « schémas de conduite », inspirés initialement des schémas de Piaget et des frames de Minsky) et des processus cognitifs impliqués dans le traitement de l'information, la compréhension, la prise de décision et la régulation dynamique de l'activité « en situation » [2].

Le développement de COSMODRIVE repose sur la mise en place d'expérimentations auprès de conducteurs humains, afin de pouvoir procéder à des comparaisons entre les performances du modèle, obtenues par simulation, et les performances de conducteurs réels, observées dans des situations de conduite équivalentes. Dans le cadre de cette démarche comparative, la simulation computationnelle s'affirme comme une méthode d'investigation scientifique à part entière permettant, au côté de la méthode expérimentale, d'évaluer puis de valider

les théories de la cognition « incarnées numériquement » dans le modèle COSMODRIVE [3].

Au-delà de ces objectifs plus fondamentaux en sciences cognitives, ces travaux alimentent aussi directement les recherches du LESCOT en ergonomie et en ingénierie cognitive [4], qu'il s'agisse de mieux comprendre les accidents de la route, de modéliser l'activité de l'opérateur humain "avec" et "sans" assistance, ou bien encore d'intégrer ce type de modèle d'activité dans des dispositifs de co-pilotage « intelligents » capable de superviser le conducteur, de diagnostiquer en temps réel des erreurs de conduite et de permettre une gestion contextualisée de la Coopération Homme-Machine. Cette démarche est notamment déployée actuellement dans le cadre du projet Européen HOLIDES (<http://www.holidays.eu/>), via l'interfaçage du modèle COSMODRIVE avec l'outil SIVIC développé à l'Ifsttar-LIVIC [5], en vue de concevoir la plateforme de Conception Virtuelle Centrée sur l'Humain PSICO-SYHM (Plateforme de Simulation intégrée du Conducteur et des Systèmes Homme-Machine).

### Références

- [1] Bellet, T., Bailly-Asuni, B., Mayenobe, P., Banet, A. A theoretical and methodological framework for studying and modelling drivers' mental representations. *Safety Science*, 47, pp. 1205–1221. (2009).
- [2] Bellet T. Analysis, modeling. and simulation of human operator's mental activities. In G.A. Boy (Ed.), *The Handbook of Human-Machine Interaction : A Human-Centered Design Approach*, Ashgate, pp. 23-52. (2011).
- [3] Bornard, J. C., Sassman, M., & Bellet, T. Use of a computational simulation model of drivers'



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

- cognition to predict decision making and behaviour while driving. Biologically Inspired Cognitive Architectures. (sous-presse).
- [4] Bellet, T., Hoc, J.-M., Boverie, S., Boy, G. A. From Human-Machine Interaction to Cooperation : towards the Integrated Copilot. In C. Kolski (Ed.), Human-Computer Interaction in Transport, Ashgate, pp. 129-156. (2011).
- [5] Bellet, T., Mayenobe, P., Bornard, J.C., Gruyer, D., Claverie, B. A computational model of the car driver interfaced with a simulation platform for future Virtual Human Centred Design applications : COSMO-SIVIC. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 25, pp. 1488-1504.

## ■ Le laboratoire LEPSiS de l'Ifsttar

*LEPSiS :  
Laboratoire Exploitation, Perception,  
Simulateurs et Simulations*  
<http://www.lepsis.ifsttar.fr/>

**Didier AUBERT**

[didier.aubert@ifsttar.fr](mailto:didier.aubert@ifsttar.fr)

Directeur du laboratoire

**Jean-Michel AUBERLET**

[jean-michel.auberlet@ifsttar.fr](mailto:jean-michel.auberlet@ifsttar.fr)

Correspondant AFIA

### Activités du Laboratoire

Le LEPSiS est un laboratoire de recherche rattaché au département CoSys (Composants et Systèmes) de l'Ifsttar.

Le laboratoire a pour mission la création d'outils d'aide au diagnostic, à la conception, à l'évaluation et à la décision pour favoriser l'émergence de solutions innovantes permettant d'améliorer l'efficacité et la sécurité du système de transport routier. Aujourd'hui, le LEPSiS se concentre sur la mobilité et la sécurité des personnes et mène des recherches en considérant différents types d'utilisateurs, d'infrastructures et de situations de déplacement.

La simulation et les simulateurs sont des outils pertinents pour l'étude de comportement des utilisateurs à condition d'induire des comportements comparables aux comportements observés en situation réelle. Le LEPSiS contribue, par ses recherches, au développement et à la validation de simulations prenant en compte la dimension humaine. Pour ce faire, il est nécessaire de modéliser le comportement humain dans sa tâche de déplacement, en vue de sa simulation. Des modèles de comportement existent pour des tâches simples (e.g. conduite en file), mais il reste à proposer des modèles pour des interactions plus complexes (e.g. franchissement d'intersection

à pied ou en voiture).

Les activités du LEPSiS en Intelligence Artificielle concernent principalement le peuplement de scènes virtuelles, mais comportent également des travaux en machine learning (analyse des trajectoires, reconnaissance de formes). La reconnaissance de formes [1] est utilisée dans les travaux sur l'analyse des scènes routières et urbaines, en vue d'aides à la décision (aides à la conduite, gestion de la route). Le peuplement de scènes a pour objectif de doter les personnages non joueurs (PNJ) qui peuvent être des conducteurs, des piétons, etc... de capacités leur permettant de se déplacer le plus fidèlement possible par rapport à ce qui pourrait être observé en situation réelle [2] [3] [4]. Ces PNJs doivent également pouvoir interagir avec l'avatar de sujet humain aux commandes d'un simulateur de déplacement [5]. Ces travaux participent à la conception de simulateurs de déplacement valides pour l'étude du comportement des utilisateurs de la route. Il s'agit de placer des participants dans des situations de déplacements virtuels leur permettant d'adopter des comportements naturels sans acquis préalable.

Ces recherches s'appuient sur des équipes et des moyens techniques transversaux qui favorisent les interactions. En effet, le LEPSiS gère plusieurs



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

équipements remarquables de réalité virtuelle, des simulateurs de déplacements (traversée de rue, automobile, vélo). Le LEPSiS développe et utilise également des logiciels de simulation multi-agents de déplacements (ARCHISIM et SAPIEN). Pour plus de détails, consulter le bulletin 82 de l'AFIA sur les systèmes immersifs.

## Références

- [1] Simon L., Tarel J.-P., and Breémond R. Alerting the drivers about road signs with poor visual saliency. In *Proc. 2009 IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, pp. 48-53, June 2009.
- [2] Espié S. and Auberlet J.M. ARCHISIM : a behaviourlfsttar-al multi-actors traffic simulation model for the study of a traffic system including ITS aspects. *International Journal of ITS Research*, 5(1), 7-16, 2007.
- [3] Lemerrier S., and Auberlet J.-M. Towards more behaviours in crowd simulation. *Comp. Anim. Virtual Worlds*, doi : 10.1002/cav. 1629. (2015).
- [4] Six L., Guessoum Z., Saunier J., Ieng S.-S. Towards a truck-driver model using a hysteresis based analysis and verification approach. *AAMAS*, 2013, pp 1219-1220.
- [5] Darty K., Saunier J., Sabouret N. Calibration of Multi-Agent Simulations through a Participatory Experiment. *AAMAS 2015*, 1683-1684

## ■ Le laboratoire LICIT de l'Ifsttar

LICIT :  
Laboratoire Ingénierie Circulation Transports  
<http://www.licit.ifsttar.fr/>

**Nour-Eddin ELFAOUZI**  
[nour-eddin.elfaouzi@ifsttar.fr](mailto:nour-eddin.elfaouzi@ifsttar.fr)  
Directeur du laboratoire  
**Romain BILLOT**  
[romain.billot@ifsttar.fr](mailto:romain.billot@ifsttar.fr)  
Correspondant AFIA

## Activités du Laboratoire

Le LICIT est un laboratoire de recherche rattaché au département Cosys (Composants et Systèmes) de l'Ifsttar. Ce laboratoire est commun avec l'ENTPE.

Les contributions du LICIT en IA sont portées par l'équipe Modélisation et Optimisation pour la Mobilité Intelligente (MOMI), dirigée par Nour-Eddin El Faouzi et composée de deux chercheurs permanents (Romain Billot et Aurélien Duret), deux ingénieurs de recherche (Bernard Schnetzler, Jean-Luc Ygnace), un post-doc (F. Baouche) et cinq doctorants (Maxime Guériau, Pierre-Antoine Laharotte, Raphael Delhome, Julien Salotti et Aurélien Clairais).

Les contributions de l'équipe suivent un cheminement logique depuis le recueil de données vers la modélisation, la supervision puis l'optimisation du trafic. Il s'agit de proposer des méthodes d'extraction

de connaissances à partir de nouvelles sources de données (ex : GPS, Bluetooth) mais aussi de proposer des cadres de modélisation innovants pour accompagner le déploiement de nouveaux types de véhicules (contexte des Cooperative-ITS).

Ainsi, les deux travaux les plus représentatifs dans le champ applicatif de l'intelligence artificielle, au sens large, ont trait à des méthodes d'apprentissage non supervisé et supervisé pour le monitoring ou la prévision des états de trafic à court terme, ainsi que l'utilisation de modèles à base d'agents pour le contrôle du trafic coopératif.

En apprentissage automatique, tout d'abord, nos efforts visent à mettre en place des méthodes d'extraction de connaissances à partir de nouvelles sources de données, pour la supervision et la prévision court terme du trafic routier. En particulier, une collaboration avec la ville de Brisbane et l'université de technologie du Queensland (QUT), nous



**AFIA**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

a donné accès à des données de type Bluetooth. Chaque usager équipé d'un appareil Bluetooth peut être détecté aux différentes intersections de la ville. Nos contributions ont d'abord consisté en un traitement complet de ces données, de la qualification à des méthodes de classification non supervisée spatiotemporelles [1]. Ensuite, grâce aux historiques de données, les cartographies d'états de trafic obtenus (traficolor) constituent des individus dans des bases d'apprentissage sur lesquels viennent travailler des routines d'apprentissage supervisé. L'originalité de nos contributions réside dans le fait de considérer comme individu statistique une image du réseau à un instant  $t$ , catalysant de fait les corrélations spatiotemporelles du réseau. Les résultats montrent la résilience de nos méthodes d'apprentissage par rapport à des incidents rares [2].

Sur le thème des systèmes multi-agents, nos contributions visent à anticiper les évolutions à venir concernant la communication entre véhicules et l'autonomie des véhicules pour mettre en place des outils d'aide à la décision pour les gestionnaires. Le premier objectif a été de proposer un cadre de simulation propice à modéliser les interactions complexes entre véhicules (communication Vehicle-to-Vehicle V2V) et avec l'infrastructure (communication I2V ou V2I), voir [3].

Actuellement, les recherches se focalisent sur le développement d'approches constructivistes pour l'apprentissage de stratégies de contrôle par les unités de bord de route (road side units), dans l'optique d'une gouvernance décentralisée d'un trafic connecté.

## Références

- [1] Laharotte, P.-A.; Billot, R.; Come, E.; Ou-khellou, L.; Nantes, A.; El Faouzi, N.-E. Spatiotemporal Analysis of Bluetooth Data : Application to a Large Urban Network. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol.PP, no.99, pp.1,10. doi : 10.1109/TITS.2014.2367165. 2014.
- [2] Laharotte, P.-A., Billot, R., El Faouzi, Rakha, H. Network-wide Traffic State Prediction using Bluetooth Data. In *Proceedings of the 94th Transportation Research Board Annual Meeting (TRB)*, Washington (USA), 11-15 January, 2015.
- [3] Guériaux, M., Billot, R., Armetta, F., Hassas, S., El Faouzi, N. E. Un simulateur multiagent de trafic coopératif. In *23es Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents (JFSMA'15)* (pp. 165-174). Cepaduès, 2015.
- [4] Monteil, J., Billot, R., Sau, J., Armetta, F., Hassas, S., and El Faouzi, N.-E. Cooperative highway traffic : Multiagent Modeling and Robustness Assessment of Local Perturbations. In *Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board*, 2391(1), 1-10. 2013.
- [5] Guériaux, M., Billot, R., El Faouzi, N.-E., Armetta, F., Hassas, S. Multi-Agent Dynamic Coupling for Cooperative Vehicles Modeling. *The Twenty-Ninth Conference on Artificial Intelligence AAAI'2015 - (DEMO Track)* 30/01/2015 ed. Austin, Texas. 2015.

## ■ Le Projet SIMU de l'Ifsttar

*Le projet SIMU  
du Département Transport, Santé, Sécurité  
(TS2)*

**Dominique MIGNOT**

[dominique.mignot@ifsttar.fr](mailto:dominique.mignot@ifsttar.fr)

Directeur du département

**Stéphane ESPIE**

[stephane.espie@ifsttar.fr](mailto:stephane.espie@ifsttar.fr)

Correspondant AFIA



Le projet Simu démarrera à partir du 1er janvier 2016 au sein du département TS2 et aura pour mission de construire un projet scientifique d'équipe. Les travaux autour de ce projet d'équipe comportent 4 volets qui tous ont pour objectif la compréhension, la modélisation et la simulation du comportement des usagers, la focalisation actuelle portant sur le conducteur de 2RM<sup>2</sup>. Les thèmes de recherche concernent, de manière itérative :

1. la mise au point de véhicules instrumentés pour permettre les études « en conduite naturelle »,
2. l'identification de trajectoires de véhicules « inappropriées » en virage,
3. la modélisation et la simulation des comportements observés, et
4. la conception de simulateurs de recherche « valides » pour l'étude des comportements des usagers.

Les travaux en I.A. concernent historiquement la conception d'une architecture de simulation « multi-agents » (ARCHISIM) et du concept SIM<sup>2</sup> de simulateurs de conduite où les conducteurs (auto, moto, vélo et piétons) sont considérés comme des « participants » du « système » de trafic [6]. Après avoir traité des conducteurs automobiles et des piétons [4] [5], les travaux plus récents ont porté sur la simulation du comportement des conducteurs de 2RM [2]. La modélisation s'appuie sur des études en psychologie de la conduite et permet la simulation de comportements « contextuels » avec ARCHISIM, et donc de proposer des situations « plausibles » sur simulateurs de conduite SIM<sup>2</sup>. La complexité des situations et la validité des interactions simulées est toujours objet de recherche. De ce point de vue, et sur simulateur, l'enjeu est de garantir une reproductibilité des comportements pour des situations complexes impliquant des sujets humains [3].

Enfin, et récemment les travaux de recherche ont porté sur l'identification de trajectoires potentiellement dangereuses en virage en utilisant des méthodes fiabilistes [7] et sur la reconnaissance de situations de conduite spécifiques par utilisation d'algorithmes à apprentissage [1].

## Références

- [1] Attal F., Boubezoul A., Oukhellou L., Espié S. Powered Two-Wheeler Riding Pattern Recognition Using a Machine-Learning Framework. In *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 01/2014; 16(1). DOI : 10.1109/TITS.2014.2346243 Impact Factor 2,377. 2014.
- [2] Ksontini F., Mandiau R., Guessoum Z., Espié S. Affordance-based Agent model for road traffic simulation. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems* 07/2014; DOI :10.1007/s10458-014-9269-x. 2014.
- [3] Olstam, J., Espié, S., Maardh, S., Jansson, J., Lundgren, J. An algorithm for combining autonomous vehicles and controlled events in driving simulator experiments. In *Transportation Research Part C : Emerging technologies*, Volume 19, Issue 6, December 2011, Pages 1185–1201, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2011.02.003>.
- [4] Doniec A., Mandiau R., Piechowiak S., Espié S. A behavioral multi-agent model for road traffic simulation. In *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Volume 21, Issue 8, December, pp. 1443-1454, 2008.
- [5] Airault V., Espié S. Behavioural model of the pedestrian interaction with road traffic. In *European Transport Conference (ETC) proceedings*, October 3-5, 2005, Strasbourg, France. ISBN 978-1-905701-00-1.
- [6] Espié, S., Saad, F., Schnetzler, B., Bourlier, F. Microscopic traffic simulation and driver behaviour modelling : the ARCHISIM project. VTI Konferenz. In *proceedings of the Strategic Highway Research Program (SHRP) and Traffic Safety on Two Continents* - Lille, France, 22-24 Septembre 1994.
- [7] Koita A. Daucher D. Fogli M. New Probabilistic Approach to Estimate Vehicle Failure Trajectories in Curve Driving. In *Probabilistic Engineering Mechanics*. 10/2013; 34 :73–82. DOI : 10.1016/j.probengmech.2013.06.004. 2013.

---

2. 2RM : deux-roues motorisés



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## ■ L3i : Laboratoire Informatique, Image et Interaction

Laboratoire Informatique, Image et Interaction (L3i)  
Pôle Sciences & Technologie, La Rochelle  
<http://l3i.univ-larochelle.fr/>

**Alain Boujou**  
[alain.bouju@univ-lr.fr](mailto:alain.bouju@univ-lr.fr)  
+33 5 46 45 86 01

### Chercheurs impliqués :

- BOUJU Alain, Maître de Conférences – HDR
- ESTRAILLIER Pascal, Professeur
- GHAMRI-DOUDANE Yacine, Professeur
- MALKI Jamal, Maître de Conférences
- NGUYEN Quoc Tuan , Docteur L3i, University of Transport and Communications Hanoi
- WANNOUS Rouaa, Docteur, L3i

### Présentation du L3i

Dans le cadre du laboratoire L3i, des recherches sont effectuées autour des systèmes d'information et de la mobilité en particulier liés aux transports. Créé en 1993, le Laboratoire Informatique, Image, Interaction (L3i) est le laboratoire de recherche du domaine Sciences du Numérique de l'Université de La Rochelle. Il s'agit, pour le L3i, de mettre en synergie les compétences établies dans le laboratoire afin d'aborder la problématique de la valorisation des contenus numériques sous un angle systémique. Cela revient, en particulier, à une exploitation croisée des compétences en matière d'applications interactives, d'indexation par le contenu, et de représentation de connaissances.

Le laboratoire se structure donc autour de trois thématiques scientifiques, toutes centrées sur la problématique de la gestion interactive et intelligente des contenus numériques. Le but de cette structuration est d'appuyer les fondamentaux du laboratoire sur chacune de ces thématiques, mais aussi et surtout de développer des dynamiques de synergie scientifique entre chacune d'entre elles, au travers d'une politique centralisée et d'une animation croisée. Ces thématiques scientifiques sont : « Ingénierie des connaissances », « Analyse et gestions de contenus et Interactivité » et « dynamique des systèmes ».

### Mobilité, Transport, Interaction

Le laboratoire a de nombreuses activités liées à la mobilité. Il y a par exemple les projets Mo-biVIP (Intégration des Systèmes d'informations et de Communication dans les transports urbains - terminé), DYNAFLUX (Système d'évaluation de la dynamique portuaire par l'analyse des flux d'embarcations pour la mise en place d'observatoires du nautisme), EPERAS (Développement d'un système utilisant l'abeille pour la surveillance environnementale de sites à risque technologique), DéAIS (Détection de messages AIS falsifiés).

Un axe de ces recherches est d'enrichir les données de mobilités. C'est-à-dire essayer de passer de la capture d'un mouvement à l'identification de comportements. Nous avons en particulier travaillé sur les abeilles et des mammifères marins à travers des sujets des thèses « Approche ontologique pour la modélisation et le raisonnement sur les trajectoires. Prise en compte des aspects thématiques, temporels et spatiaux » [4], « Computational inference of conceptual trajectory model. Considering domain temporal and spatial dimensions » [3], « Système complet d'acquisition vidéo, de suivi de trajectoires et de modélisation comportementale pour des environnements 3D naturellement encombrés. Application à la surveillance apicole. » [2].

Un autre axe complémentaire est la conception de systèmes interactifs pour l'aide à la décision. Nous avons en particulier travaillé sur le sujet de thèse : « Plate-forme de simulation pour l'aide à la décision. Application à la régulation des systèmes de transport. » [1].

### Références

- [1] Quoc Tuan Nguyen. Plate-forme de simulation pour l'aide à la décision : application à la régulation des systèmes de transport urbain. Université de La Rochelle, 2015. <https://tel.>



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

[archives-ouvertes.fr/tel-01280109](https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01280109)

- [2] G. Chiron. Système complet d'acquisition vidéo, de suivi de trajectoires et de modélisation comportementale pour des environnements 3D naturellement encombrés : application à la surveillance apicole. Université de La Rochelle, 2014. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01264108/>
- [3] Rouaa Wannous. Computational inference of conceptual trajectory model : considering domain temporal and spatial dimensions. Université de La Rochelle, 2014. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01175503/>
- [4] Wafa Mefteh. Approche ontologique pour la modélisation et le raisonnement sur les trajectoires : prise en compte des aspects thématiques, temporels et spatiaux. Université de La Rochelle, 2013. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01124314>
- [5] Quoc Tuan Nguyen, Alain Bouju, Pascal Estrailier. Multi-agent Architecture with Space-time Components for the Simulation of Urban Transportation Systems. In Proceedings of EWGT2012 - 15th Meeting of the EURO Working Group on Transportation , September 2012, Paris, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 54, pp 365-374. 2012.
- [6] Quoc Tuan Nguyen, Alain Bouju, Pascal Estrailier. Using open-source tools for the simulation of urban transportation systems. In Open Source Geospatial Research & Education Symposium (OGRS'2012) , Yverdon-les-Bains, 24th-26th October 2012, pp 216-221.
- [7] Jamal Malki, Rouaa Wannous, Alain Bouju, Cécile Vincent. Temporal Reasoning in Trajectories Using an Ontological Modelling Approach. In Open Source Geospatial Research & Education Symposium (OGRS'2012) , Yverdon-les-Bains, 24th-26th October 2012, pp 216-221.
- [8] Rouaa Wannous, Jamal Malki, Alain Bouju, Cécile Vincent. Enhancement of Trajectory Ontology Inference Over Domain and Temporal Rules. In DATA ANALYTICS 2014, The Third International Conference on Data Analytics, 24-28 August 2014, Rome, Italy, ISBN : 978-1-61208-358-2 pp 18 to 23.
- [9] Etienne L., Devogele T., Bouju A. Spatio-Temporal Trajectory Analysis of Mobile Objects following the same Itinerary. In Proceedings of the International Symposium on Spatial Data Handling (SDH), Hong Kong, 2010.

## ■ LIM, groupe de Travail Systèmes Collectifs Adaptatifs

Laboratoire d'Informatique et de Mathématiques  
Université de La Réunion  
<http://lim.univ-reunion.fr>

**Rémy COURDIER**  
[remy.courdier@univ-reunion.fr](mailto:remy.courdier@univ-reunion.fr)  
+33 2 62 93 82 83

### Membres de l'équipe

- Rémy Courdier, Professeur
- Denis Payet, Docteur
- Tahina Ralitera, Doctorante

### Thème général de l'équipe :

Notre équipe s'intéresse au thème général de systèmes collectifs adaptatifs. Un des sous-thèmes développés étant la mobilité et le transport dans les

« îles intelligentes ». Il s'agit d'un domaine de recherche en émergence dans notre équipe, mais qui vient en continuité de nombreux travaux que nous avons déjà menés en simulation de systèmes naturels et sociaux [1]. Un domaine sur lequel nous collaborons avec une équipe de l'Impérial College London qui travaille actuellement sur le développement de modèles de villes intelligentes à base de système multi-agents pour multiples secteurs.



## Description des travaux ou projets pour le transport

**Contexte.** À part leur éloignement et leur isolation qui provoquent une problématique au niveau de la gestion de l'énergie, les îles océaniques ont une topologie particulière qui fait qu'elles sont également confrontées à une grande problématique de transport. En effet, la plupart d'entre elles résultent d'éruptions volcaniques. Comparées à leur petite taille, elles peuvent présenter de très hautes altitudes. Cet espace restreint et cette contrainte au niveau du relief constituent un obstacle pour la construction d'infrastructures de transport tel que les routes. Plus particulièrement, sur l'île de La Réunion, de gros investissements sont faits pour des projets de construction d'infrastructures routières et d'autonomie énergétique : projet de construction de la nouvelle route du littoral, projet visant à appliquer la loi sur l'autonomie énergétique dans les départements d'outre-mer à l'horizon 2030 [2]. Le code de l'environnement prévoit la réalisation d'études d'impacts en amont de tels projets d'aménagement. Cependant, évaluer ces projets, en amont de leur mise en œuvre, constitue un grand défi [3]. L'équipe propose alors de concevoir et développer un modèle de simulation, générique, et de définir des scénarios qui serviront dans des décisions d'aménagement de territoire.

**Simulation et modélisation des flux de mobilité dans les îles.** Un des projets, sur lequel notre équipe travaille actuellement, consiste en la simulation et modélisation des flux de mobilité dans les transports individuels et collectifs engendrés par l'activité humaine sur un territoire, tel qu'une île comme La Réunion.

Un premier champ d'études, choisi en accord avec l'Imperial College London, explore l'impact des nouvelles applications technologiques « Intelligentes » appliquées aux transports en considérant les besoins énergétiques associés (véhicule électrique, systèmes de transport en commun, etc.), particulièrement sensibles dans de nombreuses grandes villes et tout particulièrement à l'île de La Réunion. Nous travaillons notamment sur le

développement d'un modèle de simulation du déplacement et recharge de véhicules électriques, à base de systèmes multi-agents, pour la compréhension de la relation entre le transport et les infrastructures électriques. L'équipe de l'Imperial College London a développé un tel modèle de simulation et a mené des expérimentations sur les systèmes de ville telle que le Grand-Londres [4]. En se basant sur leurs travaux et leur modèle de simulation « SmartCity-Model » implanté sur la plateforme Repast Symphony, nous collaborons sur des études complémentaires et menons des expérimentations dans le contexte de systèmes d'île telle que La Réunion ; île qui présente des caractéristiques très différentes du Grand-Londres [5]. L'objectif étant de participer à la construction d'un modèle de simulation générique, qui pourra être applicable et pertinent pour tout autre système de ville et d'île.

## Références

- [1] D Payet, JM Médoc, T Ralambondrainy, F Guerin, and R Courdier. Observation and analysis tools for multi-agent simulations, experience from the geamas/biomass platform. CABM-HEMA-SMAGET Joint Conference on Multi-Agent Modelling for Environmental Management, 2005.
- [2] Article L. 100-4, loi no 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte., 2015.
- [3] Laurence Jolivet, Marianne Cohen, and Anne Ruas. Évaluation des conséquences d'aménagements d'infrastructures sur les déplacements d'animaux. définition et expérimentation d'un modèle de simulation agent. *Cybergeo : European Journal of Geography*, 2015.
- [4] Salvador Acha Gonzalo Bustos-Turu, Koen H. Van Dam. Integrated planning of distribution networks : interactions between land use, transport and electric vehicle charging demand. 2015.
- [5] Modeling and simulation of the citizen's mobility in insular context : comparison with related studies in city systems and mobility. Master's thesis, 2015.



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## ■ L'équipe interlaboratoires LIRIS & LICIT

<sup>1</sup> *Équipe Systèmes Multi-Agent  
LIRIS, Université de Lyon 1*

<sup>2</sup> *Équipe Modélisation et Optimisation  
pour la Mobilité Intelligente  
LICIT, Université de Lyon  
IFSTTAR, Bron,  
ENTPE, Vaulx En Velin*

**Salima HASSAS**

[hassas@univ-lyon1.fr](mailto:hassas@univ-lyon1.fr)

+33 4 72 43 27 90

### Chercheurs impliqués :

- Salima Hassas<sup>1</sup>,
- Maxime Guériau<sup>1,2</sup>,
- Romain Billot<sup>1</sup>,
- Frédéric Armetta<sup>2</sup>,
- Nour-Eddin El Faouzi<sup>1</sup>

### Thème général

L'équipe est composée de membres de deux laboratoires, le [LIRIS](#) et le [LICIT](#), réunis autour de collaborations successives dans le cadre de travaux de doctorants. Grâce à cette association, l'équipe bénéficie de l'apport de chercheurs à la fois dans le domaine de l'intelligence artificielle distribuée/collective (Systèmes Multi-Agents plus précisément) et dans le domaine de la modélisation du trafic et son infrastructure.

Les thématiques privilégiées par l'équipe sont en lien avec le déploiement des nouvelles technologies de l'information et de la communication dans les Systèmes de Transports Intelligents (ITS).

Avant d'espérer voir des véhicules entièrement autonomes peupler les routes, nous nous positionnons sur des solutions innovantes permettant d'assurer la transition entre le trafic actuel et ses contraintes et un futur flux composé de véhicules plus évolués (i.e. dotés de capacité de communication, décision, voire automatisation/autonomisation).

Dans ce contexte, l'équipe concentre ses contributions sur la proposition de systèmes intelligents de contrôle du trafic routier à travers les technologies ITS et la coopération : les C-ITS (ou STI-C : Systèmes de Transports Intelligents Coopératifs).

Grâce à la collaboration des deux équipes, nous pouvons envisager de pousser la modélisation jusqu'au point de vue microscopique, en proposant des comportements intelligents complexes grâce au paradigme multi-agent. Cette étape de modélisation et de simulation est un prérequis au développement de tels systèmes de contrôle intelligents avant que des véhicules équipés ne soient déployés dans l'infrastructure existante.

Beaucoup d'enjeux gravitent autour de la gestion ou du contrôle du trafic : sécurité, environnement, confort, efficacité. Trouver le meilleur compromis entre ces enjeux n'est pas possible sans prendre en compte l'hétérogénéité du flux de trafic et les spécificités locales de l'infrastructure. Nos projets se concentrent donc sur la proposition de systèmes intelligents embarqués, dotés de capacités d'apprentissage, et capables de contrôler localement un flux grâce aux technologies existantes. Le cadre applicatif des C-ITS constitue un environnement complexe qui justifie l'utilisation de solutions innovantes en intelligence artificielle distribuée afin de prendre en compte efficacement les disparités spatiales et comportementales qui le constituent.

### Projets et travaux

#### Plateforme multi-agent de simulation de trafic coopératif

L'un des principaux challenges auquel fait face la mobilité est un parc automobile grandissant opposé à une infrastructure routière de plus en plus limitée. Les gestionnaires d'infrastructure s'orientent de plus en plus vers des solutions alternatives de gestion et de contrôle du trafic allant vers l'optimi-



sation de l'utilisation de l'infrastructure. Les technologies ITS-C permettront de relever ce challenge, à condition que leur déploiement soit suffisant [1].

Actuellement, peu de données de véhicules communicants et/ou équipés sont disponibles ; il est difficile de prévoir le comportement de stratégies de contrôle à grande échelle. La simulation semble être une étape indispensable dans le développement de stratégies de contrôle locales du trafic. Du fait des hétérogénéités des comportements, et pour permettre aux systèmes conçus de s'adapter à la variabilité des conducteurs et des véhicules, nous avons choisi de proposer une modélisation multi-agent des systèmes de transports intelligents coopératifs. Cette modélisation prend place dans une plateforme de simulation.

**Objectifs.** Ils sont au nombre de quatre :

- Proposer une approche locale de modélisation des comportements (conducteur/véhicule)
- Intégrer la communication entre véhicules (V2V) et modéliser les interactions avec l'infrastructure (RSU – Road Side Unit ; communication I2V/V2I<sup>3</sup>)
- Développer, tester et valider des modèles d'IA pour les véhicules connectés/autonomes
- Permettre d'externaliser les comportements des agents (connexion réseau)

**Description.** Afin de valoriser nos contributions à la fois dans le domaine de l'IA, mais aussi dans le domaine du trafic, nous avons choisi une plateforme existante à laquelle nous avons ajouté des modules dédiés à la modélisation des C-ITS. La plateforme retenue est le simulateur MovSim (*Multi-model Open-source Vehicular-traffic SIMulator* – [5]). Nous avons proposé une extension multi-agent permettant de modéliser finement les interactions locales comme communication entre les véhicules V2V et avec l'infrastructure (I2V/V2I). Cette plateforme de simulation multi-agent<sup>4</sup> [3], [2] propose un modèle microscopique coopératif permettant à des véhicules semi-autonomes d'homogénéiser un flux de trafic autoroutier [4].

Le contrôle par l'infrastructure repose sur l'envoi de consignes transmises sous la forme de messages aux véhicules. Le comportement des véhicules peut être dynamiquement adapté en fonction des messages reçus lors de l'application d'une stratégie de contrôle. Les RSU disposent de leur propre processus de décision en fonction de l'état de trafic observé par ses capteurs (communication, boucles électromagnétiques ...). Grâce à l'architecture logicielle proposée, il est possible de modéliser un flux composé d'une fraction conséquente de véhicules équipés, évoluant sur un réseau routier complexe.

Le simulateur permet de concevoir, développer et tester des stratégies locales ou plus globales de contrôle dans un environnement virtuel reproduisant les spécificités de l'écoulement du trafic grâce à l'utilisation de modèles éprouvés et reconnus dans la communauté.

### **Stratégies de contrôle décentralisé du trafic coopératif**

Les gestionnaires cherchent des solutions pour contrôler les flux de trafic évoluant sur leur réseau dans le bus d'en optimiser l'utilisation. L'approche classique consiste à différencier les situations de trafic afin de transmettre des consignes adaptées aux usagers (Panneaux à Message Variable, ...).

Du fait de la diversité des comportements, des véhicules et des spécificités inhérentes à la topologie de l'infrastructure, représenter les états de trafic de manière fine s'avère être une tâche difficile à réaliser par un opérateur expert. De plus, le résultat de l'application des consignes, bien qu'observable à l'échelle locale, est difficile à évaluer à plus grande échelle, et encore plus à prédire.

Dans ce contexte, et grâce aux avancées technologiques apportées par les C-ITS, une solution pourrait être de se tourner vers des systèmes intelligents et autonomes proposés par la communauté IA. Un récent paradigme repose sur la construction de la cognition dans le développement du cerveau humain. Ce paradigme apporte un nouveau souffle dans la proposition de systèmes d'apprentissage artificiels où les connaissances expertes ne suffisent plus à décrire les phénomènes observés dans un en-

3. NDLR : I2V/V2I infrastructure to vehicle, vehicle to infrastructure.

4. Une démonstration est [disponible en ligne](#).



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

vironnement complexe.

Nous concentrons nos travaux sur l'élaboration d'un modèle capable de proposer des stratégies de contrôle décentralisé par apprentissage non supervisé. Les résultats de ce modèle trouveront toute leur utilité dans une application aux C-ITS où l'objectif sera de contrôler une section routière via une Unité de Bord de Route (UBR, Road Side Unit - RSU). Ce système devra être capable de construire une représentation fine de l'environnement observé afin de dispenser des consignes (actions) aux véhicules connectés. Nous proposons de baser le processus d'apprentissage de la représentation sur un mécanisme de retour sur expérience. Grâce à une phase de préapprentissage réalisée dans des conditions de simulation, le système pourra être implanté avec une première représentation qui pourra évoluer grâce à sa confrontation avec le monde réel.

**Objectifs.** Ils sont au nombre de deux :

- Proposer un modèle générique capable de construire une représentation complexe de son environnement grâce à des mécanismes d'apprentissage constructiviste par retour d'expérience
  - Définir de manière fine le périmètre des actions dans l'environnement
  - Orienter l'exploration des actions en fonction du retour sur expérience
  - Renforcer le choix des actions en fonction du contexte
  - Combiner dynamiquement les entrées du système pour optimiser le résultat des actions
- Appliquer le modèle pour proposer des stratégies dynamiques de contrôle du trafic coopératif par l'infrastructure
  - Apprendre la meilleure combinaison de capteurs dans le contexte observé
  - Optimiser le compromis recherche et résultat des actions entreprises par l'UBR
  - Prendre en compte l'hétérogénéité des comportements des véhicules et permettre au système d'apprendre des nouvelles situations

**Description.** Ce travail s'inspire des théories constructivistes qui reposent sur l'observation de la construction de la cognition. L'idée est de concevoir un système artificiel qui reproduit les mécanismes d'apprentissage grâce à une motivation intrinsèque et un apport extérieur minimaliste. La représentation de son environnement par un agent est alors le résultat des interactions successives avec ce dernier. Les régularités de l'environnement sont ainsi reconnues et exploitées si l'agent en tire un bénéfice.

Dans le cadre applicatif des C-ITS, la complexité des mécanismes régissant le fonctionnement de l'environnement est tel, que proposer une représentation précise (ou un modèle fin) des états du monde n'est pas atteignable de manière experte. De plus, nous pensons qu'il est indispensable de remplacer la représentation proposée dans le contexte du contrôle, et ce afin d'atteindre l'objectif multicritères du challenge des C-ITS (sécurité, confort, environnement...).

Nous proposons un modèle capable, à partir de représentations discrètes simples, de faire évoluer sa représentation en fonction du retour sur expérience résultant de ses interactions. Dans ce système qui repose sur une population d'agents, la représentation est construite dynamiquement afin de se raffiner vers la définition du périmètre des actions dans l'environnement. Grâce à l'intelligence collective, les agents coopèrent pour optimiser le compromis entre exploration et exploitation des solutions. Cette représentation assure une robustesse au système qui est capable de prendre ainsi en compte des nouvelles situations. La fusion des données des capteurs est réalisée dynamiquement ; le résultat de cette fusion permet, par émergence de la représentation, d'utiliser les capteurs les plus pertinents dans un contexte donné.

Dans le cadre applicatif des C-ITS, nous proposons d'intégrer au système la fonction de décision d'une ou plusieurs UBR. L'infrastructure sera alors capable de contrôler localement un flux de trafic. Grâce aux mécanismes d'apprentissage proposés, l'UBR pourra propager des consignes adaptées à chaque véhicule dans la situation contextualisée observée. La généralité du modèle et son adaptabilité aux nouvelles conditions assurera une implantation opérationnelle de l'infrastructure et un impact sen-



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

sible sur l'amélioration de l'écoulement des flux de trafic sujets à cette forme de contrôle intelligent.

Les articles cités dans ce document sont [disponibles en ligne](#).

## Références

- [1] Billot, R., El Faouzi, N.-E., Guériau, M., and Monteil, J. (2014). Can c-its lead to the emergence of traffic management 2.0? In *IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, pages 483–488.
- [2] Guériau, M., Billot, R., Armetta, F., Hassas, S., and El Faouzi, N.-E. (2015). Un simulateur multiagent de trafic coopératif. In *23es Journées Francophones sur les Systèmes Multi-*
- Agents (JFSMA'15)*, pages 165–174. Cépaduès.
- [3] Guériau, M., Billot, R., El Faouzi, N.-E., Hassas, S., and Armetta, F. (2015). Multi-agent dynamic coupling for cooperative vehicles modeling. In *The Twenty-Ninth Conference on Artificial Intelligence AAI'2015 - (DEMO Track)*, Austin, Texas.
- [4] Monteil, J., Billot, R., Sau, J., and El Faouzi, N.-E. (2014). Linear and weakly nonlinear stability analyses of cooperative car-following models. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 15(5) :2001–2013.
- [5] Treiber, M. and Kesting, A. (2013). *Traffic Flow Dynamics : Data, Models and Simulation*. Springer.

## ■ Recherches en transport dans l'équipe M2DisCo (LIRIS, Lyon)

Équipe M2DisCo, laboratoire LIRIS  
INSA de Lyon  
<http://liris.cnrs.fr/equipes?id=38>

**Christine SOLNON**  
[christine.solnon@liris.cnrs.fr](mailto:christine.solnon@liris.cnrs.fr)  
+33 4 72 43 87 43

### Membres de l'équipe concernés par le thème

Permanents : Christine Solnon, Samba Ndiaye.  
Doctorants : Julien Salotti, Penélope Aguiar Melgarejo, Michael Saint Guillain.  
Collaborations : Serge Fenet (équipe DM2L du LIRIS), Romain Billot et Nour-Eddin El Faouzi (laboratoire LICIT de l'IFFSTAR), Yves Deville (Université Catholique de Louvain), et Philippe Laborie (IBM).

### Thème général de l'équipe

L'équipe M2DisCo développe des modèles multi-résolution, discrets et combinatoires à partir de données image, volume 3D ou maillage 3D. Elle emprunte ses méthodes aux domaines de l'optimisation combinatoire, la géométrie algorithmique et la géométrie discrète. L'équipe est structurée en 4 thèmes scientifiques :

- Analyse et traitement d'objets 3D, pour l'analyse et le traitement de maillages surfaciques ou volumiques ;
- Géométrie et topologie discrète, pour l'analyse et la modélisation d'objets définis sur des structures régulières (Zn, réseaux... ) ;
- Approches structurelles pour l'analyse d'images, pour l'analyse d'images modélisées par des graphes ou des cartes ;
- Optimisation combinatoire, pour la conception d'algorithmes de résolution de problèmes d'optimisation sous contraintes.

Les travaux de l'équipe dans le domaine des transports intelligents sont menés dans le thème « optimisation combinatoire ».

### Description des travaux ou projets en lien avec le transport

Les grandes agglomérations sont confrontées à des demandes de mobilité de plus en plus nom-



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

breuses et diversifiées alors même que se développent les exigences d'une mobilité durable. Pour répondre à ces exigences, les « villes intelligentes » sont équipées de réseaux de capteurs qui mesurent en temps réel de nombreuses données concernant les différents modes de transport (vitesse sur le réseau routier, horaires de passage des transports en commun, disponibilité des vélos partagés, etc). Nous nous intéressons à l'exploitation de ces données de mobilité pour analyser et optimiser la circulation multi-modale à travers trois axes de recherche :

- La recherche de solutions flexibles et robustes pour optimiser des itinéraires multi-modaux dans un contexte où les données de mobilité (conditions de circulation, demandes des usagers, etc) sont incertaines (thèse de Michael Saint Guillain [1]). Par robuste et flexible, nous entendons intégrer dans nos modèles les informations liées à la nature stochastique du problème, cela afin d'obtenir des solutions beaucoup plus réalistes, dont nous pouvons garantir qu'elles resteront valides dans de nombreux cas (solutions robustes) et/ou qui peuvent facilement être adaptées aux modifications les plus probables (solutions flexibles).
- L'optimisation de tournées de livraisons dans un contexte où les conditions de circulation dépendent de l'heure de passage (thèse de Penelope Aguiar Melgarejo [2]). La prise en compte de cette dépendance permet de calculer de meilleurs itinéraires, mais pose des problèmes de passage à l'échelle et demande la conception de nouveaux algorithmes de résolution, capables de raisonner efficacement sur des données qui dépendent du temps.
- La conception de nouveaux outils capables d'extraire des connaissances à partir des données de

mobilité (thèse de Julien Salotti [3]). L'objectif est de mieux comprendre la dynamique du trafic en ville à partir d'éléments de coût (temporel et/ou monétaire) mais aussi d'éléments de confort et des conditions météorologiques. Nous proposons d'utiliser ces outils d'une part pour communiquer auprès des usagers en montrant qu'en considérant les préférences des usagers, des alternatives à la voiture peuvent être pertinentes, et d'autre part pour assister la prise de décisions politiques en permettant d'anticiper les conséquences de ces décisions sur la mobilité urbaine.

## Références

- [1] Michael Saint Guillain, Yves Deville, and Christine Solnon. A Stochastic Programming Heuristic Approach to the Dynamic and Stochastic Vehicle Routing Problem with Time Windows. In *12th International Conference on Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming (CPAIOR 2015)*, LNCS 9075, pp. 357-374, Springer.
- [2] Penelope Aguiar Melgarejo, Philippe Laborie, and Christine Solnon. A Time-Dependent No-Overlap Constraint : Application to Urban Delivery Problems. In *12th International Conference on Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming (CPAIOR 2015)*, LNCS 9075, pp. 1-17, Springer.
- [3] Serge Fenet, Yannick Perret, Julien Salotti. Extract space-time dynamics from sensor network to build urban traffic prediction model : a machine learning point of view. In *Urban Modelling Symposium : Towards Integrated Modelling of Urban Systems*, Lyon. pp. 1-6. 2014.

## ■ L'équipe Système Multi-agents et Optimisation de l'UTBM, Belfort

*Systèmes Multi-agents et Optimisation (SMA)*  
Université de Technologie de Belfort-Montbéliard  
<http://www.multiagent.fr>

**Vincent Hilaire**  
[vincent.hilaire@utbm.fr](mailto:vincent.hilaire@utbm.fr)  
+33 3 84 58 30 09



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## Membres de l'équipe concernés pour le thème

- ABBAS TURKI Abdeljalil
- CREPUT Jean-Charles
- DESCAMPS Philippe
- GALLAND Stéphane
- GAUD Nicolas
- GECHTER Franck
- HILAIRE Vincent
- KOUKAM Abderrafiaa
- LAMOTTE Olivier
- LAURI Fabrice

## Thème général de l'équipe

L'équipe SMA, classé A par l'AERES en 2011, est spécialisée en intelligence artificielle distribuée et plus particulièrement dans la conception et l'application des systèmes multiagents. L'approche multiagents propose un cadre méthodologique bien adapté pour la modélisation et l'analyse des systèmes complexes. Elle considère les systèmes comme des sociétés composées d'entités autonomes et indépendantes, appelées agents, qui interagissent en vue de résoudre un problème ou de réaliser collectivement une tâche. Les travaux de recherche de cette équipe s'articulent autour d'un axe fondamental centré sur le génie logiciel orienté-agent et de trois axes applicatifs principaux : la gestion des connaissances ; les architectures d'agents pour les systèmes cyber-physiques ; la simulation en environnement 3D virtuel.

## Description des travaux et projets en lien avec le thème du dossier

Notre projet scientifique adresse le domaine de la simulation comportementale de piétons ou de véhicules en environnements virtuels. Ce domaine se situe au confluent de nombreuses disciplines scientifiques : l'intelligence artificielle distribuée (systèmes multiagents), la géomatique, l'infographie et la réalité virtuelle.

En effet, nous exploitons les systèmes multiagents pour concevoir et simuler les comportements d'entités autonomes et intelligentes qui peupleront

les environnements virtuels. L'objectif étant de pouvoir simuler un nombre important d'entités exploitant une large gamme de comportements réalistes et paramétrables. Afin d'accroître le réalisme des comportements, les entités simulées sont dotées d'un processus de perception inspirée de la perception humaine et les environnements virtuels sont utilisés comme source d'informations géométriques (un obstacle par exemple) ou sémantiques (sémantique associée aux objets 3D, la sémantique « porte » qui peut être attachée à sa représentation 3D). Ces informations sont ensuite exploitées au sein du processus de décision de chaque entité simulée.

Notre objectif à terme vise à maîtriser la chaîne complète de conception d'une simulation en environnement virtuel incluant les aspects méthodologiques. Cette chaîne comporte notamment la phase de génération des maquettes numériques de manière la plus automatisée possible. Ainsi nous exploitons directement les données capitalisées au sein des systèmes d'information géographique (SIG) dans le but de générer des maquettes numériques géométriquement justes et précises.

Différentes techniques sont également explorées dans le but d'enrichir l'environnement généré en attachant aux objets les sémantiques perceptibles par les agents.

Enfin, la réalité virtuelle permet aux utilisateurs du simulateur de pouvoir évoluer dans l'environnement virtuel et éventuellement interagir avec les entités qui le peuplent. Le simulateur est ainsi couplé à une visualisation 2D ou 3D. Il doit également être en mesure de fonctionner sur une plate-forme de réalité virtuelle de sorte à pouvoir immerger un ou plusieurs utilisateurs dans le système simulé.

La combinaison de ces différents outils contraint sensiblement la conception de la simulation. Cette dernière se doit d'offrir des performances temps réel ou quasi-temps réel tout en conservant un niveau de précision maximal pour l'exploitation des résultats de simulation. La gestion de ce compromis entre précision et performances de la simulation constitue notre principal challenge scientifique.

De par son caractère non déterministe, la simulation à l'aide des systèmes multiagents présente de nombreux avantages pour les études des dynamiques de mobilité en milieu urbain et notamment



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

l'évaluation de scénarios ainsi que la validation de procédures d'intervention établies. Afin d'illustrer l'intérêt potentiel de telles simulations, nous pouvons citer trois classes d'application principales dans lesquelles nous sommes particulièrement impliqués. Chacune d'elles est brièvement décrite ci-après.

1. *La simulation pour l'aide à la décision, l'évaluation et la gestion d'infrastructures urbaines et de réseaux de transports* : Le premier cadre d'application concerne la qualification d'infrastructures urbaines et évaluation de scénarios. L'évaluation des déplacements internes à un ERP (Établissement Recevant du Public) quelque soit sa nature (aéroport, quai de gare, salon ou festival en plein air, etc.) ou l'évaluation des déplacements dans une zone industrielle ou urbaine constitue un élément essentiel pour garantir son utilisation et son efficacité dans toutes les phases de son cycle de vie, des phases d'avant-projet lors de la construction ou la planification de nouveaux aménagements aux phases de démantèlement.

Que ce soit en situation normale ou en cas de crise, le couplage du simulateur avec un environnement virtuel permet d'évaluer avec un niveau maximal de réalisme des scénarios d'usage ou les procédures de gestion de crise (ex. : évacuation) ou d'intervention (ex. : maintenance).

Les outils résultants de l'utilisation du simulateur peuvent notamment être exploités afin : d'effectuer des études de desserte et d'accessibilité d'un site, d'optimiser le routage des flux au sein d'un bâtiment ou d'une ville, de valider la conception et l'implantation d'une infrastructure dans les phases d'avant-projet.

Le second cadre d'application est l'analyse, la conception et l'évaluation de réseaux de transports en commun. Notre expertise en simulation de trafic et de piétons nous permet de recréer des conditions réalistes en termes d'usage et de charges des réseaux de transports en commun permettant leur évaluation en avant-projet ou leur analyse en cours d'exploitation. Le couplage du simulateur avec des réseaux de capteurs fixes ou embarqués au sein des véhicules permet d'affiner les analyses et les résultats des simulations associées.

2. *La simulation pour la formation des person-*

*nels* : La modélisation de la dynamique de piétons est d'un grand intérêt théorique et pratique. Au cours des deux dernières décennies, de nombreuses disciplines scientifiques telles que l'infographie, la physique, la robotique, les sciences sociales, les cindyniques et les systèmes de formation s'intéressent aux simulations impliquant des collections d'individus.

Deux grands types de simulation de foules de piétons peuvent généralement être distingués selon les objectifs qu'elles cherchent à atteindre : un haut niveau de réalisme comportemental (les cindyniques, les sciences sociales) ou une visualisation de haute qualité (réalisme visuel : productions de films, jeux vidéo, réalité virtuelle).

Dans la première catégorie, les résultats des simulations sont généralement cohérents avec les observations des foules réelles et peuvent donc servir de base à des études théoriques pour l'évaluation et la prédiction des comportements du système réel.

Dans la seconde catégorie, les modèles de comportements ne sont pas la priorité et ne correspondent généralement pas au monde réel. Toutefois, les piétons sont entièrement animés en 3D et les utilisateurs de l'application peuvent disposer d'un degré élevé d'interaction avec la simulation (modifications dynamiques de l'environnement, interactions avec les entités simulées, etc.).

Les recherches et applications récentes ont tendance à unifier ces deux domaines, en particulier dans le domaine des systèmes de formation où les deux aspects sont nécessaires pour un apprentissage ou un entraînement efficace. Notre projet scientifique s'intègre dans cette démarche d'unification.

3. *La génération automatique d'univers virtuels* : La simulation de piétons ou de véhicules en environnements virtuels impose de disposer de maquettes numériques 3D très précises représentant l'environnement réel. Les travaux autour de la génération automatique d'univers virtuels ont pour objectif la génération de ces maquettes 3D. Toutefois, elles peuvent également être utilisées dans d'autres types d'applications comme la visite virtuelle par exemple.



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

Afin de générer à moindre coût ces univers tout en assurant une précision suffisante pour les simulations, nous exploitons au maximum les données disponibles et déjà existantes sur les zones à modéliser en 3D : données des systèmes d'informations géographiques (SIG), données des architectes, photos aériennes, etc.

Les maquettes 3D produites par les algorithmes sont constituées d'un socle issu du modèle numérique de terrain dont la complexité est paramétrable. Les autres éléments qui constitue la zone réelle (bâti, végétation, etc.) sont géométriquement positionnés sur ce terrain. Ce socle peut ensuite être enrichi par l'intégration des trottoirs et bords de routes. Les algorithmes produisent des maquettes virtuelles 3D géométriquement justes et précises qui sont directement utilisables dans les simulations, et qui peuvent servir de base aux infographistes qui peuvent alors améliorer leur apparence (habillages des bâtiments avec des photos de façades, ajout de détails, etc.).

Une seconde phase peut enfin venir compléter cette maquette afin d'y intégrer les sémantiques et descriptions techniques associées aux objets 3D qui la composent. La maquette virtuelle constitue alors une base d'information centralisée au cœur du simulateur.

Les projets récents significatifs sont les projets FLO, PRASA et ASTRES.

**Le projet Simulateur FLO.** Ce projet s'est déroulé du 01/12/2011 au 31/08/2015, en partenariat avec Alstom Transport Belfort et Voxelia S.A.S. Il a pour but la réalisation d'un simulateur de conduite de train. L'objectif pour Alstom est double : disposer d'un outil de validation des postes de conduite et des logiciels embarqués dans le train ; disposer d'un outil pouvant aussi bien servir de plateforme de formation à la conduite que de plateforme d'innovation.

Afin de répondre à ces objectifs, le simulateur FLO repose sur deux innovations majeures. La première concerne l'utilisation du matériel réel. En effet, contrairement aux simulateurs traditionnels qui reproduisent le comportement du train, aussi bien physiques que fonctionnels, le simulateur FLO utilise le pupitre de conduite, les électroniques et les

logiciels réellement embarqués dans les trains. Seuls les sous-systèmes sont simulés comme les compresseurs, les moteurs, etc. Le niveau fonctionnel du simulateur est ainsi identique à celui proposé dans les trains.

La seconde innovation concerne la génération des univers virtuels de simulation. Basé sur les travaux de recherche de l'équipe SMA, un outil de génération automatique permet la création, à partir d'un simple fichier de description, de l'ensemble de l'infrastructure ferroviaire virtuelle dans laquelle l'utilisateur pourra évoluer aux commandes du train simulé.

**Le projet PRASA.** Ce projet s'est déroulé du 01/04/2014 au 01/10/2014, en partenariat avec Alstom Transport Belfort, Reichshoffen, Saint Ouen. Il concerne la livraison d'une des plus grosses commandes de trains régionaux par Alstom Transport (Reichshoffen) pour l'Afrique du Sud.

Dans ce cadre, afin de valider l'ensemble des équipements embarqués dans le train, une plateforme de validation appelée LABORAME a été créée au sein d'Alstom. L'objectif de ce projet pour le laboratoire a donc été de déployer les modules du simulateur FLO sur le LABORAME afin de lui adjoindre toutes les fonctionnalités existantes sur le simulateur FLO.

**Le projet ASTRES.** Ce projet s'étend du 01/09/2015 au 01/10/2018, il est effectué en partenariat avec Alstom Transport Belfort, Saint Ouen, Reichshoffen ; Voxelia S.A.S. Il est la suite directe du projet FLO. Fort de l'expérience acquise avec la réalisation du Simulateur FLO, et au vu du marché potentiel que représente la vente de simulateurs pour Alstom, ASTRES a pour objectif de renforcer le dispositif existant afin de permettre sa commercialisation.

## Références

- [1] Madeleine EL ZAHER, Franck GECHTER, Mohammad HAJJAR, Pablo GRUER. An interaction model for a local approach to vehicle platoons. In *International Journal of Vehicle Autonomous Systems, Inderscience*, 2015.



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

- [2] Stéphane GALLAND, Luk KNAPEN, Ansar-Ul-Haque YASAR, Nicolas GAUD, Davy JANSSENS, Olivier LAMOTTE, Abderrafiaa KOUKAM, Geert WETS. Multi-Agent Simulation of Individual Mobility Behavior in Carpooling. In *International Journal on Transport Research Part C*, vol. 45, pp. 83-98, 2014. ISSN 0968-090X. DOI : 10.1016/j.trc.2013.12.012.
- [3] Florian BEHE, Stéphane GALLAND, Nicolas GAUD, Christophe NICOLLE, Abderrafiaa KOUKAM. An Ontology-Based Metamodel for MultiAgent-Based Simulations. In *International Journal on Simulation Modelling, Practice, and Theory*, vol. 40, pp. 64-85, Elsevier, 2014. DOI : 10.1016/j.simpat.2013.09.002.
- [4] Mourad AHMANE, Abdeljalil ABBAS TURKI, Florent PERRONNET, Jia WU, Abdellah EL MOUDNI, Jocelyn BUISSON, Renan ZÉO. Modeling and controlling an isolated urban intersection based on cooperative vehicles. In *Journal on Transport Research, Part C*, In press TRC-D-10-00018R3, 2013.
- [5] Baudouin DAFFLON, Franck GECHTER, Pablo GRUER, Abderrafiaa KOUKAM. Vehicle platoon and obstacle avoidance : a reactive agent approach. In *IET Intelligent Transport Systems*, (3), pp. 257-264(7), Institution of Engineering and Technology, 2013. ISSN 1751-956X.

La liste complète des publications de l'équipe est accessible [ici](#).



**AFIA**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

---

## Compte-rendu de journées, événements et conférences

---

### ■ Événement « Science & Télévision » et IA

Par

**Yves DEMAZEAU**

AFIA

**Marina VASSEUR**

AST

ST & IA 2015 est un événement commun organisé par l'Association Science & Télévision (AST) et l'AFIA. Il a pour objectif de favoriser les échanges entre scientifiques et grand public autour de la mise en scène de l'Intelligence Artificielle (IA) dans des productions médiatiques, en particulier cinématographiques. L'événement a été composé de débats qui ont suivi la projection de quatre films grand public dont la séquence a formé une rétrospective de l'IA, de sa naissance à ses perspectives actuelles.

L'événement ST&IA 2015 s'inscrit dans le Festival Pariscience : <http://www.pariscience.fr/fr/festival/> et a eu lieu du 2 au 5 octobre 2015 au Cinéma Grand Action, 5 rue des Écoles, 75005 Paris.

Il a été organisé par Yves Demazeau pour l'Association Française d'Intelligence Artificielle (AFIA) et Marina Vasseur pour l'Association Science et Télévision (AST).

#### « The Imitation Game »

##### Débat J. Pitrat et G. Longo

Le 2 Octobre de 19h à 21h30 a eu lieu une projection débat autour du film « The Imitation Game » (2015) de Morten Tyldum. Alain Turing,

mathématicien et cryptanalyste, a eu un rôle important lors de la Seconde Guerre mondiale. Ce film revient sur le destin de cet homme qui a accéléré la chute du nazisme et qui a posé les bases de l'IA. Le réalisateur prend quelques libertés par rapport à la réalité, mais, tout comme en IA, laisse le soin au spectateur de prêter une intelligence à la machine observée.

Le débat s'est fait avec la participation de Jacques Pitrat, Chercheur en IA (Retraité du CNRS, Paris), et de Giuseppe Longo, Logicien et Epistémologiste (Professeur à l'ENS Paris).

#### « 2001 : l'Odyssée de l'Espace »

##### Débat J.G. Ganascia et P. Mounier

Le 3 octobre 2015 de 18h à 21h a eu lieu une projection débat autour du film « 2001 : l'Odyssée de l'Espace » (1968) de Stanley Kubrick. Embarquez pour la mission Jupiter aux côtés des docteurs Bowman, Poole et du robot intelligent HAL 9000 !

Les liens entre science-fiction et IA ont toujours été très étroits, même si la machine ne pense pas. Le spectateur mesure l'ampleur du chemin parcouru par l'IA en 50 ans et s'interroge sur la capacité des machines de demain.

Le débat a été éclairé par la participation de Jean-Gabriel Ganascia, Chercheur en IA et Philosophe (Professeur à l'Université de Paris 6), et de Pierre Mounier-Kuhn, Historien (Chargé de Recherche CNRS, Paris).



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## « A.I. Intelligence Artificielle » Débat P. Mathieu et S. Tisseron

Le 4 octobre 2015 de 18h à 21h a eu lieu une projection-débat autour du film « A.I. Intelligence Artificielle » (2001) de Steven Spielberg. Un robot peut-il devenir un vrai petit garçon ? Au-delà de la mise en scène de l'IA, c'est la question de la place de l'être humain dans son environnement qui est posée. Si l'homme et la machine restent de natures différentes, les systèmes intelligents qui sont construits doivent s'adapter à leur environnement, souvent peuplé d'êtres humains.

Le débat a été organisé avec la participation de Philippe Mathieu, Chercheur en IA (Professeur à l'Université de Lille 1) et de Serge Tisseron, Psychiatre et Psychanalyste (Professeur Université Paris 7).

## « Eva » Débat Y. Demazeau et R. Chatila

La projection débat a eu lieu le 5 octobre 2015 de 19h à 21h autour du film « Eva » (2011) de Kikke Maillou. Alex, un ingénieur de renom est rappelé par la Faculté de Robotique pour construire un enfant robot. Ce dernier, choisit de prendre comme modèle sa nièce, Eva. L'IA s'est historiquement développée en étant centrée plus sur l'individu que sur le collectif. Les travaux récents en IA essaient de mieux ancrer les robots et les êtres humains dans le collectif qu'ils constituent ensemble.

Le débat a fait intervenir Yves Demazeau, Chercheur en IA (Directeur de Recherche au CNRS, Grenoble) et Raja Chatila, Roboticien (Directeur de Recherche au CNRS, Paris).

## ■ Journée pour la Promotion et le Développement de l'IA

Par **Philippe MULLER**  
IRIT

Le 8 octobre 2015, l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle a organisé une journée visant à prendre du recul sur les progrès en apprentissage machine (apprentissage artificiel), et à discuter de son avenir par rapport au domaine de l'intelligence artificielle. L'IA est traditionnellement associée à des approches symboliques de manipulation de la connaissance, alors que l'apprentissage machine est essentiellement fondé sur des approches statistiques considérées comme « knowledge-poor ». Les deux versants sont-ils vraiment opposés ou bien va-t-on vers une synthèse, et de quelle façon ?

Quelques questions semblent pertinentes dans ce contexte : Comment utiliser l'apprentissage statistique pour la découverte de connaissances ? Est-il intéressant de s'intéresser au fonctionnement du cerveau pour améliorer les traitements de l'information et l'apprentissage ? Que peut-on faire au-delà de l'apprentissage supervisé, et peut-on arriver à des modèles plus généraux ? Quels sont les enjeux de l'apprentissage de l'action ? D'un point de vue

plus industriel, quels sont les points de blocage applicatifs actuels ? Que ne peut-on pas apprendre ?

Le programme, les copies des présentations sont accessibles [ici](#). Ces présentations ne sont accessibles qu'aux adhérents de l'AFIA. Elles sont accessibles sur demande au bureau de l'AFIA pour les participants à cette journée.

La journée a eu lieu à l'Université Paris Dauphine, Pl. du M. de Lattre de Tassigny, 75016 Paris. Elle a commencé par une introduction donnée par Yves Demazeau (Président de l'AFIA) et Philippe Muller (Coordinateur du Groupe de Travail Recherche de l'AFIA). Plusieurs exposés ont ensuite été présentés.

### « Apprentissage (et) statistique : de l'âge de raison à l'empire des normes »

**Antoine Cornuejols (AgroParisTech,  
Paris)**

L'intervention s'est attachée à montrer comment l'apprentissage automatique a d'abord épousé le cœur de l'Intelligence Artificielle : représenta-



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

tion des connaissances et raisonnement, puis comment et pourquoi l'approche de l'apprentissage statistique a éclo dans les années 1980 et s'est finalement imposé comme un paradigme dominant. La conférence s'est terminée avec une réflexion sur la question : est-ce que le schéma « critère inductif basé sur une formalisation statistique + optimisation » est un horizon indépassable ?

### « 25 ans de méthodes à noyaux... Et après ? »

**Liva Ralaivola (Université Aix-Marseille, Marseille)**

Les méthodes à noyaux, développées dans les années 90 avec l'avènement des machines à vecteurs de support, ont constitué une avancée majeure en apprentissage statistique. Elles ont permis d'aborder de nombreuses tâches avec des validités algorithmiques et statistiques prouvées et une efficacité pratique attestée. Au temps de l'avènement des problématiques big data et des méthodes du type deep learning, Liva Ralaivola a donné quelques pistes pour déterminer la place des méthodes à noyaux dans le paysage de l'apprentissage aujourd'hui.

### « Apprentissage par renforcement et transfert de connaissance »

**Alessandro Lazaric (INRIA Lille – Nord Europe )**

L'apprentissage par renforcement (AR) permet d'apprendre par expérience directe comment se comporter de manière optimale dans des environnements incertains. Les techniques existantes permettent d'atteindre des comportements quasi-optimaux, mais le processus d'AR doit être redémarré chaque fois que les tâches à résoudre changent. Alessandro Lazaric a montré comment l'extraction de connaissances sur la solution d'une tâche et le transfert de ces connaissances pour la résolution de nouvelles tâches permet de surmonter cette limitation.

### « Acquisition et mémorisation de l'information mentale : de Shannon à l'IA »

**Claude Berrou (Telecom Bretagne, Brest)**

Le modèle de communication proposé par Shannon en 1948 peut servir de point de départ dans la compréhension des principes de l'acquisition et de la mémorisation de l'information mentale afin d'en tirer des enseignements précieux pour l'intelligence artificielle. En particulier, les notions d'apprentissage statistique (à comparer au codage de source) et d'apprentissage symbolique (à comparer au codage de canal) peuvent être réunies et exploitées dans un même schéma d'acquisition parcimonieuse et de mémorisation robuste.

### « Apprentissages en interaction »

**Michèle Sebag (CNRS, Paris)**

Pour certains problèmes mal définis ou sous-spécifiés, l'apprentissage d'un agent doit faire intervenir l'humain dans la boucle ; le rôle de l'humain est d'indiquer ses préférences quant au comportement le plus approprié de l'agent. La situation présente plusieurs difficultés. Le nombre de jugements de préférence demandés à l'humain doit rester limité. Ces jugements peuvent être incohérents. L'agent doit proposer des choix présentant un bon compromis exploration / exploitation. Enfin, l'humain s'adapte au comportement de l'agent.

### « Evolution et traitement des informations imparfaites »

**Salem Benferhat (Université d'Artois, Lens)**

Pour clore la journée, la conférence invitée de Salem Benferhat a permis au nouvel « ECCAI Fellow » français élu en 2015 de présenter ses travaux récents : l'exposé a abordé le problème difficile de l'automatisation des différents types de raisonnement de sens communs. Il a fait le point sur des modèles informatiques qui permettent d'une part de prendre en compte des



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

connaissances/ontologies/croyances/préférences incertaines, imprécises, causales et incohérentes et d'autre part de répondre aux requêtes complexes des utilisateurs. L'exposé a également présenté des perspectives de recherche sur des questions pratiques qui tirent profit de l'abondance des données et de l'accessibilité multiple des technologies.

## Assemblée Générale Ordinaire 2015 de l'AFIA

Cette journée a été suivie de l'Assemblée Générale Ordinaire 2015 de l'AFIA, incluant les bilans 2015, et les prévisions 2016 - dont la création de dix Collèges Thématiques et du Collège Industriel de l'AFIA.

## ■ Conférence Intelligent Data Analysis 2015

Par **Francois JACQUENET**  
[Francois.Jacquetnet@univ-st-etienne.fr](mailto:Francois.Jacquetnet@univ-st-etienne.fr)

Après Leuven (Belgique) en 2014, la quatorzième édition de la conférence internationale IDA (Intelligent Data Analysis) s'est déroulée cette année en France, du 21 au 24 octobre 2015, à Saint-Etienne et a rassemblé plus de 80 participants originaires de 22 pays différents.

Lors de sa création en 1995, la conférence IDA était ciblée sur l'aide intelligente « end to end » pour l'analyse de données. En 2010, la politique éditoriale a été modifiée de façon originale pour promouvoir les articles allant au-delà des technologies bien établies et offrant principalement des idées véritablement nouvelles et originales. Pour favoriser cette approche, le comité de programme a pour consigne d'accepter des papiers contenant des idées qui ne sont pas forcément complètement abouties mais qui peuvent être en rupture totale avec les approches courantes du domaine et qui peuvent avoir un fort impact. Cette attitude n'est pas en oeuvre dans les autres conférences plus classiques. IDA est une conférence ouverte à toutes sortes de méthodes de modélisation et d'analyse, quelle que soit la discipline.

La conférence était organisée autour de plusieurs sessions de présentations orales, d'une session classique de posters et d'une session posters et vidéos de doctorants. Trois conférences invitées ont été proposées. Le premier jour, Tony Veale (University College Dublin) a réalisé une présentation intitulée « The shape of tweets to come ». La seconde journée, Nick Heard (Imperial College London) a parlé sur le thème « Combining Weak Statis-

tical Evidence in Cyber Security ». Le dernier jour, c'est Pascal Van Hentenryck (National ICT Australia) qui a réalisé un exposé intitulé « Evidence Based Optimisation ». Les transparents de ces exposés peuvent être téléchargés sur le [site de la conférence](#). Les actes de la conférence ont été publiés par Springer dans la collection LNCS (n° 9385).

Les activités sociales n'ont pas été oubliées. Le 21 octobre au soir, un banquet de bienvenue a été offert à la mairie de Saint-Etienne. Le 22 octobre en fin d'après-midi une visite de la ville à pied a été proposée et fut suivie d'un cocktail dans un restaurant de la ville. Le repas de gala s'est quant à lui déroulé durant la dernière soirée, le vendredi 23 octobre au soir. Un farewell cocktail a permis aux participants de passer un dernier moment convivial le samedi 24 octobre en fin d'après-midi, avant de se quitter.

Deux récompenses ont été attribuées cette année. Le « Frontier Prize », d'un montant de 1000 €, offert par la société KNIME pour la contribution la plus visionnaire, a été décerné à Leonor Becerra-Bonache, Hendrik Blockeel, Maria Galvan et François Jacquenet pour leur article intitulé « A first-order-logic based model for grounded language learning ». Le « Video Prize », d'un montant de 300 €, offert par l'AFIA, a été décerné à Hadi Banaee et Amy Loutfi de l'université d'Örebro en Suède, pour leur vidéo intitulée « From Numeric Time Series Data to Linguistic Description of Patterns : Data-driven Modelling and Representation of Physiological Sensor Data » (La vidéo est visible sur [YouTube](#)).

L'édition 2016 de cette conférence aura lieu à Stockholm.



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## ■ Journée « Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes dynamiques » et IA

Par

**Davy MONTICOLA**

(AFIA) Université de Lorraine

**Éric BONJOUR**

(GDR MACS/C2EI) Université de Lorraine

### Objectif de la journée

L'Association Française d'Intelligence Artificielle (AFIA) et le groupe de travail Modélisation et pilotage des systèmes de Connaissances et de Compétences dans les Entreprises Industrielles (C2EI) du GDR Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes dynamiques (MACS) a organisé une journée commune sur l'analyse des traces. Cette journée fut construite sur des interventions se situant à l'intersection de l'Intelligence Artificielle et du domaine de la traçabilité des connaissances et de la gestion du retour d'expériences. Ces interventions ont porté sur des problématiques industrielles ou sociétales, des états de l'art, des avancées scientifiques, et des perspectives de recherche. Un focus particulier fut porté sur des approches basées sur des traces d'activités.

Date : 4 novembre 2015 Lieu : Université Paris-Descartes, 45 rue des Saints-Pères, 75006 Paris

### Déroulement

- Présentation de l'AFIA (Davy Monticolo, Université de Lorraine) et du GDR MACS/C2EI (Eric Bonjour, Université de Lorraine)
- Introduction sur la journée Traçabilité des connaissances : Davy Monticolo, Eric Bonjour

- Béatrice Fuchs (LIRIS, Lyon), « Dynamique des connaissances et expérience tracée »
- Thibault Carron (LIP6, Paris), « L'observation dans les EIAH : le cas des ENT, des microsondes et des Serious Games »
- Laurent Geneste (LGP, Tarbes), « Comment exploiter le retour d'expérience issu de la résolution de problèmes en entreprises ? »
- Nada Matta (UTT), « Tracabilité des connaissances de projets »
- Eric Bonjour (ERPI, Nancy), Davy Monticolo, « Capitalisation de traces d'activité pour la reconstitution de démarches métier »
- Florent Laroche, « Gestion des connaissances patrimoniales : une expansion des Digital Humanities pour le patrimoine industriel »
- Alexandre Pauchet, « Extraction de comportements récurrents dans des traces d'interaction »

43 personnes ont assisté à la journée.

### Suggestion pour la prochaine journée MACS&IA

- Poursuivre les journées thématiques MACS&IA (formalisation des connaissances en 2013), (traçabilité des connaissances en 2015) par la représentation des connaissances.
- Les intervenants travaillant sur les traces d'activités et la traçabilité des connaissances ont souligné l'importance de ce type de journées thématiques, car la communauté autour des traces manque de visibilité en terme d'événement en France.

La prochaine journée pourrait avoir lieu fin 2017.

## ■ Journée « Recherche d'Information » et IA

Par

**Brigitte GRAU**

LIMSI-CNRS Orsay

**Jean-Pierre CHEVALLET**

LIG

Le 1er décembre 2015 a eu lieu à Paris, et très exactement à la délégation du CNRS d'Ivry qui a bien voulu l'accueillir, une journée bilatérale AFIA-ARIA, portant sur l'Intelligence Artificielle et la Re-



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

cherche d'Information. Elle était co-organisée par Brigitte Grau du LIMSI-CNRS, Orsay (pour l'AFIA) et Jean-Pierre Chevallet, du LIG, Grenoble (pour l'ARIA).

La recherche d'information (RI), dans la mesure où elle vise à réaliser des tâches relevant de la cognition humaine, a de fait des liens avec l'intelligence artificielle (IA).

L'objectif de cette journée était de mettre en évidence les liens qui existent entre ces deux domaines, et peuvent aider à mettre au point des méthodes qui font avancer l'analyse et la représentation des documents, de quelque type qu'ils soient (texte, image, audio, video), ainsi que la modélisation de leur interrogation ou leur exploration.

L'appel à présentation portait sur la proposition de tutoriels ou d'états de l'art, afin de transmettre une vision large des problématiques et solutions existantes dans les domaines pouvant relever de ces deux disciplines. La journée a donné lieu à la présentation de six états de l'art, et a permis de laisser la place à deux interventions plus focalisées.

La présentation de Mohand Boughanem, IRIT, Toulouse, en introduction de la journée, a permis de décrire les problèmes posés en recherche d'information, en définissant ce qu'est la recherche d'information, les problèmes à résoudre et les modèles existants pour conclure sur des pistes de réflexion quant aux méthodes d'IA qui pourraient être pertinentes.

Éric Gaussier, LIG, Grenoble, a présenté le rôle et les techniques d'apprentissage en RI. Après une présentation des principaux modèles, l'accent a été mis sur la résolution de deux types de problèmes : la catégorisation et l'ordonnancement pour la RI et les données à partir desquelles apprendre.

Yue Ma, LRI, Paris-Sud, a abordé la construction automatique d'ontologies à partir de textes

avec la définition de concepts par l'application de contraintes formelles sur les candidats extraits afin de sélectionner des descriptions valides.

Hervé Le Borgne, CEA-LIST, Saclay, a dressé un large panorama de la reconnaissance visuelle à grande échelle, en présentant les différents modèles de représentation d'images, du sac de mots visuels aux signatures sémantiques, pour résoudre trois tâches qui sont la recherche d'instances, la détection de quasi-copies et la reconnaissance de concepts visuels communs.

L'exposé de Benjamin Piwowarski, LIP6, Paris, a porté sur l'Apprentissage de Représentation et la Recherche d'Information, thématique qui connaît un grand intérêt actuellement, avec la présentation de différents modèles de réseaux neuronaux et un focus portait sur la prise en compte du contexte.

Enfin le dernier état de l'art, par Rushed Kanawati, LIPN, Paris, a permis de faire un tour d'horizon des types de graphes présents et utiles en RI pour modéliser des interactions complexes (réseaux sociaux, réseaux d'information, etc), avec une présentation de leur caractérisation et des principales tâches d'analyse des graphes de terrain, en mettant l'accent sur des tâches de recherche d'information.

Deux courts exposés ont mis l'accent sur la macro-segmentation des flux télévisuels (Mohamed BOUAZIZ, LIA, Avignon), et une méthode de recommandation pour les folksonomies (Mohamed nader Jelassi, LIMO, Clermont-Ferrand).

La journée a été dense, riche, et les présentations étaient de grande qualité et très pédagogiques, les rendant accessibles à des participants venant d'horizons divers. Elle a réuni une cinquantaine de personnes. Le programme et les présentations sont disponibles sur le site de l'ARIA, onglet journées thématiques.

## ■ Le défi de l'AFIA pour la nuit de l'info 2015

Par **Florence BANNAY**  
IRIT

La [Nuit de l'info 2015](#) a eu lieu les 3 et 4 décembre 2015, de 16h40 à 08h02. Le principe est

très simple :

*Le jeudi 3, au coucher du Soleil, 16h40, en séance plénière : les organisateurs remettent un su-jet (le même pour toute la France) aux participants.*



**AFIA**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

*Les étudiants s'organisent en groupes (sur un ou plusieurs sites) : ils développent un projet (informatique, marketing, rédactionnel, ...) tout en ciblant un ou plusieurs défis.*

*Le vendredi 4, au lever du Soleil, 08h02, les développements sont figés.*

*Le vendredi matin, pendant que les étudiants dorment des jurys se réunissent (un jury par défi) et examinent les travaux réalisés par les différentes équipes durant la nuit.*

## **Le défi « Mettez de l'intelligence dans votre moteur »**

Le défi qu'a proposé l'AFIA s'intitulait « Mettez de l'intelligence dans votre moteur » a été proposé et organisé par Carole Adam, Patrick Albert, Cindy Even, Thomas Guyet, Philippe Morignot, Bruno Patin, Sylvie Saget et Florence Bannay. Voici sa description :

*Vous mettez en œuvre une ou plusieurs méthodes d'Intelligence Artificielle (IA) dans votre projet et vous indiquez en quoi ces méthodes rendent votre réalisation plus performante ou pertinente. Vous pouvez faire appel à des techniques classiques, en cours de développement ou futuristes. L'équipe qui aura mis le plus en avant les avantages de l'utilisation de l'IA dans son projet remportera ce défi.*

*Éléments attendus/critères de notation :*

- Une description des problématiques IA rencontrées dans votre projet,
- Une explication de l'intégration de l'IA dans votre application (vous pourrez décrire ce que vous avez réalisé qui relève de l'IA ou ce que vous auriez pu faire avec des outils d'IA existants ou imaginaires),
- Une analyse des avantages et inconvénients de cette intégration

*Quatre notes permettront d'évaluer les systèmes : applicabilité/mise en œuvre, innovation, spectre couvert en IA, qualité des explications.*

## **Résultats**

Parmi les 25 équipes inscrites, nous souhaitons d'abord remercier les 9 équipes qui nous ont envoyé des réponses :

- Équipe « #Les Tarkiflettes » ,
- Équipe « And his name is [JOHNCENA] » ,
- Équipe « Douglas Gang » ,
- Équipe « GRO-KLC » ,
- Équipe « les 73 » ,
- Équipe « Pony God Master » ,
- Équipe « Segmintation Fault »
- Équipe « Syndicat Lunatique des Informaticiens Paresseux » ,
- et l'Équipe « Team du JEEJ » .

À l'issue du jury, la troisième place est attribuée à « Syndicat Lunatique des Informaticiens Paresseux » pour leur proposition d'une intelligence artificielle incarnée dans un robot humanoïde NAO. Leur application se base sur des techniques de reconnaissance de visage et reconnaissance de la parole. Elle permet d'envoyer des messages à des personnes appropriées et d'interroger oralement NAO afin d'obtenir les numéros de téléphone des services d'urgences.

Nous avons classé en deuxième position l'équipe « Douglas Gang » qui propose une application capable de donner des conseils en réponse à des demandes orales. Cette application se base sur des techniques de reconnaissance de la parole et d'apprentissage automatique puisque les conseils appropriés auront été préalablement recueillis par apprentissage.

La première place et la récompense est attribuée à l'équipe « Team du JEEJ » dont l'application propose d'attribuer un centre de refuge à une personne dans le besoin ou à des bénévoles tels que les médecins disponibles pour agir sur place. Les techniques utilisées sont la classification supervisée de données, la mise en œuvre d'un arbre de décision, l'analyse de la tonalité d'une phrase, et le calcul d'itinéraires. Nous tenons à souligner la qualité de ce projet tant sur le plan de la largeur du spectre couvert en IA que sur son applicabilité puisque le projet tourne sur différentes plateformes grâce aux techniques de responsive design. Nous avons également apprécié la qualité des explications fournies et la bonne utilisation de librairies standard existantes.



**AfIA**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## Bilan

Un chèque de 1000 € a été versé à l'équipe gagnante. Cette récompense est accompagnée d'une invitation à présenter une démonstration lors de la

compétition « IA sur Robots » organisée par l'AFIA au cours de la conférence RFIA 2016.

Merci à tous les participants, félicitations à l'équipe victorieuse « Team du JEEJ » et rendez-vous l'année prochaine !



**AFIA**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

---

## Prix AFIA

---

### ■ Prix AFIA de la meilleure présentation à IDA 2015

Par **Francois JACQUENET**  
[Francois.Jacquetnet@univ-st-etienne.fr](mailto:Francois.Jacquetnet@univ-st-etienne.fr)

Le lauréat de la meilleure présentation à IDA 2015 s'appelle [Hadi Banaee](#), de l'Université d'Örebro en Suède.

La vidéo de sa présentation est visible sur [YouTube](#).

L'article présenté s'intitule « From Numeric Time Series Data to Linguistic, Description of Patterns Data-driven Modelling and Representation of Physiological Sensor Data » et est co-signé par [Hadi BANAEI](#) et [Amy LOUTFI](#), tous les deux du « Centre for Applied Autonomous Sensor Systems » de l'Université d'Örebro en Suède.

#### Résumé de l'article

With the increase of wearable sensors in both clinical and home settings, the need to analyse the sensor data is growing significantly. In particular, mining, modelling and representation of hidden behaviours of physiological time series data can lead to a better understanding and deeper interpretation of the correlations between vital signs such as heart rate and blood pressure, and more. The overall aim of the work is to address two research questions : (1) how to apply data-driven approaches to model the temporal relations between multi channels of physiological time series data in order to identify distinctive patterns in different medical set-

tings, (2) how data-driven patterns in a descriptive and distinctive model can be semantically represented in a natural language text to provide a set of meaningful, interesting, and useful messages to the end user [1].

A main contribution of this research, related to the intelligent data analysis, is to linguistically describe the behaviour of the extracted temporal patterns from time series data (e.g. rise, drop, spike, etc.). The approach used in this work identifies a set of distinctive features (properties) from time series which leads to characterise each class of patterns. For instance a 'sharp rise' in a pattern can be defined with the features 'duration', 'direction' and 'range', or a feature like 'volatility' can distinguish between a 'steady' and a 'fluctuated' pattern. This step is done using a feature learning approach that is applied on various types of behaviours among the patterns. An ongoing challenge is to measure the goodness of the selected features in order to address the question of how much those features provides insight to interpret the categories of patterns.

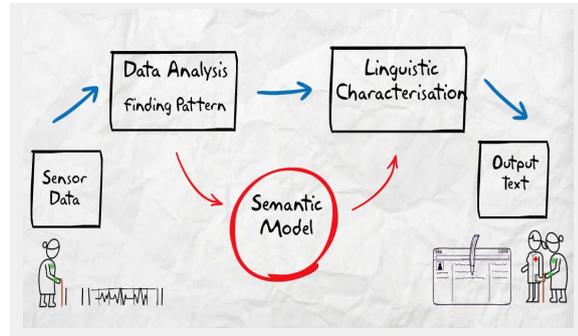
Next, a knowledge representation model using Conceptual Space theory [2] is employed to arrange the behaviours of patterns (as concepts) along with the obtained explanatory features (as properties) in a geometrical space. In this space, the geometrical location of a concept specifies its properties based on the quality dimensions defined by explanatory features. For example, a 'sharp rise' concept is defined as a 'short length' pattern with 'positive



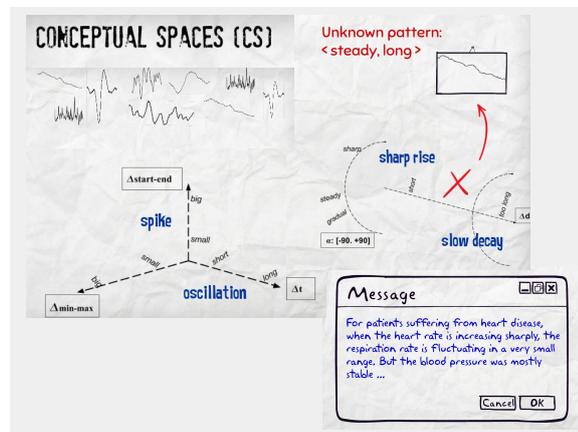
**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

duration' and 'big range' of values. The advantage of using conceptual space is that this semantic model empowers the framework to present a symbolic representation of the defined concepts, as well as providing a linguistic description for the unknown behaviours of patterns by determining their explanatory dimensions and descriptive properties [3]. These descriptive concepts are then used in a natural language generation system to provide summaries of physiological time series data.



## Des Images



## Références

- [1] Banaee, H. ; Loutfi, A. Data-Driven Rule Mining and Representation of Temporal Patterns in Physiological Sensor Data. IEEE J. Biomed. Health Inform., vol.19, no.5, pp.1557–1566, (2015).
- [2] Gardenfors, P. Conceptual Spaces : The Geometry of Thought. MIT Press, (2000).
- [3] Banaee, H., Loutfi, A. Using Conceptual Spaces to Model Domain Knowledge in Data-to-Text Systems. Int'l Conf. INLG, 11–15 (2014).



**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 [redacteurs-bulletins@afia.asso.fr](mailto:redacteurs-bulletins@afia.asso.fr).

### ■ Thèses de Doctorat

#### **Arnaud GRIGNARD**

« Modèles de visualisation à base d'agents »  
Supervision : Alexis DROGOUL  
Le 02/10/15, à l'Université Pierre et Marie Curie

#### **Souheil HANOUNE**

« Vers un modèle plausible de sélection de l'action pour un robot mobile »  
Supervision : Mathias QUOY  
Le 05/10/15, à l'Université de Cergy-Pontoise

#### **Julia RADOSZYCKI**

« Résolution de processus décisionnels de Markov à espace d'état et d'action factorisés – Application en agroécologie »  
Supervision : Nathalie PEYRARD  
Le 09/10/15, à l'INSA Toulouse, INRA

#### **Amine LOUATI**

« Une approche multi-agents pour la composition de services Web fondée sur la confiance et les réseaux sociaux »  
Supervision : Suzanne PINSON  
Le 13/10/15, à l'Université Paris DAUPHINE

#### **Sebastien REY-COYREHOURCQ**

« Une plateforme intégrée pour la construction et l'évaluation de modèles de simulation en géographie »  
Supervision : Arnaud BANOS  
Le 13/10/15, à l'Université Paris Diderot

#### **Mohamed AMEUR BEN JANNET**

« Évaluation adaptative des systèmes de transcription en contexte applicatif R 2 »  
Supervision : Sophie ROSSET  
Le 14/10/15, à l'Université Paris-Saclay

#### **Sandy MAHFOUZ**

« Kernel-Based Machine Learning for Tracking and Environmental Monitoring in Wireless Sensor Networks (Méthodes à noyaux pour le suivi de cibles et la surveillance) »  
Supervision : Paul HONEINE  
Farah MOURAD-CHEHADE  
Le 14/10/15, à l'Université de technologie de Troyes

#### **Xuanh Thanh VO**

« Apprentissage avec la parcimonie et sur des données incertaines par la programmation DC et DCA »  
Supervision : Hoai AN LE THI  
Le 15/10/15, à l'Université de Lorraine



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

**André FABBRI**

« Dynamique d'apprentissage pour Monte Carlo Tree Search : Applications aux jeux de Go et du Clobber solitaire impartial »

Supervision : Salima HASSAS  
Frédéric ARMETTA  
Eric DUCHENE

Le 22/10/15, à l'Université Claude Bernard - Lyon 1

**Adrien BOUGOUIN**

« Indexation automatique par termes-clés en domaines de spécialité »

Supervision : Béatrice DAILLE  
Florian BOUDIN

Le 27/10/15, à l'Université de Nantes

**Manel ZARROUK**

« Consolidation endogène de réseaux lexico-sémantiques »

Supervision : Mathieu LAFOURCADE

Le 03/11/15, à l'Université de Montpellier

**Anthony COUTANT**

« Modèles Relationnels Probabilistes et Incertitude de Références : Apprentissage de structure avec algorithmes de partitionnement »

Supervision : Philippe LERAY  
Hoel LE CAPITAINE

Le 05/11/15, à l'LINa Laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique

**Adrien MAILLARD**

« Flexible Scheduling for Agile Earth Observing Satellites »

Supervision : Gérard VERFAILLIE  
Le 09/11/15, à l'ONERA, SUPAERO Toulouse

**Thierno DIALLO**

« Système expert d'analyse causale : traçabilité ascendante et descendante dans un contexte de processus industriels multi-acteurs et multi-systèmes d'information »

Supervision : Yacine OUZROUT  
Le 12/11/15, à l'Université Claude BERNARD Lyon 1

**Yoan CHABOT**

« Construction, Enrichment and Semantic Analysis of Timelines: Application to Digital Forensics »

Supervision : Christophe NICOLLE  
Tahar KECHADI  
Aurélié BERTAUX

Le 13/11/15, à l'Université de Bourgogne

**Nathalie HERR**

« Contribution à l'ordonnancement post-pronostic de plates-formes hétérogènes et distribuées : approches discrète et continue »

Supervision : Jean-Marc NICOD  
Le 19/11/15, à l'Université de Franche-Comté

**Sophie JACQUIN**

« Hybridation des métaheuristiques et de la programmation dynamique pour les problèmes d'optimisation mono et multi-objectif : Application à la production d'énergie »

Supervision : Talbi EL GHAZALI  
Laetitia JOURDAN

Le 19/11/15, à l'CRISTAL Université de Lille 1

**Audrey CERQUEUS**

« Algorithmes de branch-and-cut bi-objectif appliqués au problème de sac-à-dos en variables binaires : ensembles bornants surrogate, stratégies de branchement »

Supervision : Xavier GANDIBLEUX  
Le 20/11/15, à l'Université de Bretagne Sud, LINA

**Mehwish ALAM**

« Découverte interactive de connaissances dans le web des données »

Supervision : Amedeo NAPOLI  
Malika SMAIL-TABBONE

Le 25/11/15, à l'LORIA Nancy

**Antoine SAILLENFEST**

« Modélisation Cognitive de la Pertinence Narrative en vue de l'Évaluation et de la Génération de Récits »

Supervision : Jean-Louis DESSALLES  
Le 25/11/15, à l'TELECOM Paris-Tech



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

**Emmanuel HADOUX**

« Markovian sequential decision-making in non-stationary environments: application to argumentative debates »

Supervision : Nicolas MAUDET

Le 26/11/15, à l'Université Pierre et Marie Curie - LIP6

**Ievgen REDKO**

« Factorisation matricielle non-négative pour l'apprentissage par transfert »

Supervision : Younès BENNANI

Le 26/11/15, à l'Université Paris 13, Sorbonne

**Alban DERRIEN**

« Ordonnancement cumulatif en programmation par contraintes, caractérisation énergétique des raisonnements et solutions robustes »

Supervision : Nicolas BELDICEANU

Le 27/11/15, à l'Université Bretagne Sud

**Houari TOUBAKH**

« Automated On-line Early Fault Diagnosis of Wind Turbines Based on Hybrid Dynamic Classifier »

Supervision : Moamar SAYED-MOUCHAWEH

Le 27/11/15, à l'École des Mines de Douai

**Riad MENASRI**

« Métaheuristiques pour la planification de trajectoire des bras manipulateurs redondants. Application à l'assistance au geste chirurgical en craniotomie »

Supervision : Patrick SIARRY

Le 01/12/15, à l'Université Paris Est, Laboratoire Images, Signaux et Systèmes Intelligents (LISSI)

**Kaouthar DEGHDAK**

« Étude et résolution de problèmes d'ordonnement d'opérations d'évacuation »

Supervision : Jean-Louis BOUQUARD

Vincent T'KINDT

Le 01/12/15, à l'Université François Rabelais de Tours

**Laurent RODRIGUEZ**

« Définition d'un substrat computationnel bio-inspiré : déclinaison de propriétés de plasticité cérébrale dans les architectures de traitement auto-adaptatif »

Supervision : Bertrand GRANADO

Benoît MIRAMOND

Le 01/12/15, à l'Université de Cergy-Pontoise

**Guillermo CAMPOS CIRO**

« Développement de méthodes d'ordonnement efficaces et appliquées dans un système de production mécanique »

Supervision : Farouk YALAOUI

Le 03/12/15, à l'Université de Technologie de Troyes

**Christophe MOLLARET**

« Perception multimodale de l'homme pour l'interaction homme-robot »

Supervision : Frédéric LERASLE

Isabelle FERRANÉ

Le 03/12/15, à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

**Ludovic MONCLA**

« Automatic reconstruction of itineraries from descriptive texts »

Supervision : Mauro GAIO

Le 03/12/15, à l'LIUPPA ; LABORATOIRE D'INFORMATIQUE (LIUPPA) DE L'UNIVE

**Ei Mehdi ROCHD**

« Modèles probabilistes de consommateurs en ligne : Personnalisation et Recommandation »

Supervision : Mohamed QUAFAROU

Le 03/12/15, à l'Université d'Aix-Marseille

**Hongjian WANG**

« Cellular Matrix for Parallel K-means and Local Search to Euclidean Grid Matching »

Supervision : Jean-Charles CREPUT

Le 03/12/15, à l'Université de Belfort-Montbéliard



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

**Maxime CHASSAING**

« Problèmes de transport à la demande avec prise en compte de la qualité de service »

Supervision : Philippe LACOMME

Christophe DUHAMEL

Le 04/12/15, à l'Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand 2

**Nebras GHARBI**

« On compressing and parallelizing Constraint Satisfaction Problems »

Supervision : Christophe LECOUTRE

Le 04/12/15, à l'Université d'Artois, Lens

**Hoang Nam HO**

« Décision multicritère à base de traces pour les applications interactives à exécution adaptative »

Supervision : Pascal ESTRAILLIER

Le 04/12/15, à l'Université de La Rochelle

**Jérôme KIRMAN**

« Mise au point d'un formalisme de haut niveau pour le traitement automatique des langues »

Supervision : Bruno COURCELLE

Lionel CLÉMENT

Sylvain SALVATI

Le 04/12/15, à l'Université de Bordeaux

**Brian RAVENET**

« Modélisation de comportements non-verbaux et d'attitudes sociales dans la simulation de groupes conversationnels »

Supervision : Catherine PELACHAUD

Magalie OCHS

Le 07/12/15, à l'TELECOM ParisTech

**Fadhela KERDJOUJ**

« Gestion de l'incertitude dans le processus d'extraction de connaissances à partir de texte »

Supervision : Olivier CURÉ

Le 08/12/15, à l'Université Paris-Est, LIGM

**Thibaut VALLEE**

« De la manipulation dans les systèmes multi-agents : une étude sur les jeux et les systèmes de réputation hédoniques »

Supervision : Francois BOURDON

Le 09/12/15, à l'Université de Caen, GREYC

**Abdelahad CHRAIBI**

« A Decision Making System for Operating Theater Design : application of Facility Layout Problem »

Supervision : Ibrahim H. OSMAN

Said KHARRAJA

Le 10/12/15, à l'Université Jean Monnet Saint-Etienne, LASPI Laboratoire d'Analyse des Signaux et Processus Industriels

**Ahmed Abdelmoumene KADRI**

« Modélisation, Simulation et Optimisation des performances dans les systèmes de vélos en libre service »

Supervision : Imed KACEM

Karim LABADI

Le 10/12/15, à l'Université de Lorraine

**Mohamed Amine HARAOUBIA**

« Modélisation - Optimisation et Supervision de la Gestion d'Énergie pour une Installation Multi-sources »

Supervision : Abdelaziz HAMZAOUI

Le 11/12/15, à l'Université de Reims

**Jialin LIU**

« Portfolio Methods in Uncertain Contexts »

Supervision : Olivier TEYTAUD

Marc SCHOENAUER

Le 11/12/15, à l'Université Paris-Sud, INRIA, LRI

**Baptiste MONTERRAT**

« Un système de ludification adaptative d'environnements d'apprentissage fondé sur profils de joueur des apprenants »

Supervision : Sébastien GEORGE

Élise LAVOUÉ

Le 11/12/15, à l'INSA de Lyon, LIRIS



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

**Liana NOURBAKOVA**

« Contextualisation de textes courts pour la recherche d'information »

Supervision : Josiane MOTHE

Le 11/12/15, à l'Université Toulouse 2, IRIT

**Elisa ROUX**

« Développement d'un outil d'aide au diagnostic pour la production de maïs permettant la réduction de la consommation en eaux d'irrigation et en traitement phytosanitaires »

Supervision : Marie-Véronique LE LANN

Le 11/12/15, à l'INSA de Toulouse, LAAS CNRS, IRIT

**Biao YIN**

« Contrôle adaptatif des feux de signalisation dans les carrefours : modélisation du système de trafic dynamique et approches de résolution »

Supervision : Abdellah EL MOUDNI

Mahjoub DRIDI

Le 11/12/15, à l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard

**Sara BEN OTHMAN**

« Système collaboratif d'aide à l'ordonnement et à l'orchestration des tâches de à compétences multiples soins »

Supervision : Alain QUILLIOT

Slim HAMMADI

Le 15/12/15, à l'Ecole Centrale de Lille

**Nisrine GHADBAN**

« Fusion de l'information dans les réseaux de capteurs : application à la surveillance de phénomènes physique »

Supervision : Paul HONEINE

Farah MOURAD

Clovis FRANCIS

Farah JOUMANA

Le 14/12/15, à l'Université de Technologie de Troyes

**Marta SOARE**

« Sequential Resource Allocation in Linear Stochastic Bandits »

Supervision : Rémi MUNOS

Alessandro LAZARIC

Le 14/12/15, à l'Université de Lille 1, CRISAL

## ■ Habilitations à Diriger les Recherches

**Iris ESHKOL-TARAVELLA**

« La définition des annotations linguistiques selon les corpus : de l'écrit journalistique à l'oral »

Supervision : Gabriel BERGOUNIOUX

Le 16/10/15, à l'Université d'Orléans

**Christophe GRAVIER**

« Contributions à la gestion de données: extraction, raisonnement et similarité sémantique »

Supervision : Frédérique LAFOREST

Le 17/11/15, à l'TELECOM Saint-Etienne, Université Jean Monnet

**Florence DUPIN DE SAINT CYR**

« Belief Change, Consistency and Argumentation »

Supervision : Jérôme LANG

Le 13/11/15, à l'Université Paul Sabatier Toulouse 3, IRIT

**Khaled HADJ HAMOU**

« Approches par contraintes pour les systèmes de production : de la satisfaction à l'optimisation robuste »

Supervision : Alexandre DOLGUI

Le 18/11/15, à l'Université Grenoble, INP, G.SCOP



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

**Jeremie MARY**

« [Data-Driven Recommender Systems](#) »  
Supervision : Philippe PREUX  
Le 24/11/15, à l'Université de LILLE 3, CRIS-  
TAL

**Mathieu LIEDLOFF**

« [Algorithmes exponentiels pour l'étiquetage, la  
domination et l'ordonnancement](#) »  
Le 04/12/15, à l'Université d'Orleans, LIFO

**David MERCIER**

« [Corrections et fusion d'informations dans le  
cadre des fonctions de croyance. Applications](#) »  
Supervision : Eric LEFEVRE  
Le 04/12/15, à l'Université Artois

**Faïcel CHAMROUKHI**

« [Statistical learning of latent data models for  
complex data analysis](#) »  
Supervision : Hervé GLOTIN  
Le 07/12/15, à l'Université de Toulon

**Mathilde MOUGEOT**

« [Contribution to Statistics and Data Science  
for industrial applications. From neural networks  
to sparse linear models](#) »  
Supervision : Stéphane BOUCHE  
Le 07/12/15, à l'Université Paris Diderot

**Mathieu SERRURIER**

« [Machine learning and possibility theory: appli-  
cation to model selection and approximation](#) »  
Supervision : Henri PRADE  
Le 08/12/15, à l'Université PAUL SABATIER  
Toulouse, IRIT

**Laurent MOUCHARD**

« [Contributions à l'algorithmique du texte :  
recherche de répétitions et structures d'indexa-  
tion pour l'étude des séquences génomiques](#) »  
Supervision : Thierry LECROQ  
Le 09/12/15, à l'Université de Rouen, LITIS

**Iana ATANASSOVA**

« [Extraction d'information et recherche d'in-  
formation à partir de corpus scientifiques.  
Applications au Web sémantique](#) »  
Supervision : Sylviane CARDEY  
Le 10/12/15, à l'Université de Franche-Comté

**Amir NAKIB**

« [From static au dynamic metaheuristics.  
Application medical image analysis](#) »  
Supervision : Patrick SIARRY  
Le 10/12/15, à l'Université Paris-Est

**Davy MONTICOLO**

« [Approches organisationnelles pour la concep-  
tion de systèmes multi-agents dédiés à la  
gestion des connaissances; Application aux  
projets d'innovation et de créativité](#) »  
Supervision : Eric BONJOUR  
Le 11/12/15, à l'Université de Technologie de  
Belfort-Montbelliard

**Rushed KANAWATI**

« [Fouille de données d'interaction : un parcours  
et des promenades Application au calcul de  
recommandation](#) »  
Supervision : Younès BENNANI  
Le 14/12/15, à l'Université Paris 13, LIPN

**Lina Fatima SOUALMIA**

« [Gestion des connaissances pour l'accès aux  
informations en santé](#) »  
Supervision : Stéfan J. DARMONI  
Le 14/12/15, à l'Université de Rouen

**Slawomir STAWORKO**

« [Méthodes d'inférence symbolique pour les  
bases de données](#) »  
Supervision : Sophie TISON  
Le 14/12/15, à l'Université de Lille, CRISAL



**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 d'en assurer la visibilité.

L'AFIA anime la communauté par l'organisation de grands rendez-vous annuels. En 2012 l'AFIA a patronné l'accueil de la conférence [ECAI 2012](#) à Montpellier, un formidable succès avec 754 participants. Plus régulièrement, en alternance les années impaires et paires, l'AFIA organise la « Plateforme IA » ([PFIA 2013](#) Lille, [PFIA 2015](#) Rennes) et la « Conférence Nationale en Intelligence Artificielle » au sein du Congrès RFIA ([RFIA 2014](#) Rouen, [RFIA 2016](#) Clermont-Ferrand), congrès organisé avec l'AFRIF).

À l'occasion de son édition 2016, le Congrès RFIA, programmé du 27 juin au 1<sup>er</sup> juillet ([RFIA 2016](#)) accueille, outre CNIA 2016, les 14<sup>es</sup> « Rencontres des Jeunes Chercheurs en Intelligence Artificielle » (RJCIA 2016) et la 2<sup>e</sup> « Conférence Nationale sur les Applications Pratiques de l'Intelligence Artificielle » (APIA 2016). L'AFIA organise également une compétition « IA sur Robots », nouvel espace de rencontre de la communauté en IA.

Fort de soutien de ses 310 adhérents actuels, l'AFIA assure :

- le maintien d'un [site web](#) dédié à l'IA.
- une journée recherche annuelle sur les Perspectives et Défis en IA (PDIA)
- une journée industrielle annuelle ou Forum Industriel en IA (FIIA)
- la remise annuelle d'un [Prix de Thèse](#) de Doctorat en IA,
- la parution trimestrielle du [Bulletin](#) de l'AFIA, en

accès libre à tous,

- la diffusion mensuelle de Brèves sur les actualités en cours en IA,
- le soutien à des Collèges Thématiques ayant leur propre activité,
- la réponse aux consultations officielles (MENESR, MEIN, ANR, CGPME, ...),
- un lien entre adhérents sur les réseaux sociaux [LinkedIn](#) et [Facebook](#),
- la réponse à la presse écrite et à la presse orale, et sur internet.

L'AFIA organise également des Journées communes (en 2016 : Extraction et Gestion des Connaissances & IA avec EGC, Réalité Virtuelle & IA avec l'AFRV, Traitement Automatique des Langues & IA avec l'ATALA, Santé & IA avec l'AIM, Reconnaissance des Formes & IA avec l'AFRIF ...), avec des GdR du CNRS (en 2016 : Robotique & IA avec le GdR Robotique, Génie de la Programmation et du Logiciel & IA avec le GdR GPL...).

Finalement l'AFIA contribue à la participation de ses membres aux événements qu'elle soutient. Ainsi, les membres de l'AFIA, pour leur inscription à RFIA 2016, bénéficient d'une réduction équivalente à deux fois le coût de leur adhésion à l'AFIA.

Nous vous invitons à adhérer à l'AFIA pour contribuer au développement de l'IA en France. L'adhésion peut être individuelle ou, à partir de cinq adhérents, être faite au titre d'une personne morale (institution, laboratoire, entreprise). Pour adhérer, il suffit de vous rendre sur le site de l'AFIA en [clicquant ici](#).

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



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

#### CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'AFIA

Yves DEMAZEAU, *président*  
Pierre ZWEIGENBAUM, *vice-président*  
Catherine FARON-ZUCKER, *trésorière*  
Olivier BOISSIER, *secrétaire*  
Patrick REIGNIER, *webmestre*

Membres :

Carole ADAM, Patrick ALBERT, Olivier AMI, Audrey BANEYX, Florence BANNAY, Sandra BRINGAY, Cédric BUCHE, Thomas GUYET, Frédéric MARIS, Nicolas MAUDET, Engelbert MEPHU NGUIFO, Davy MONTICOLO, Philippe MORIGNOT, Philippe MULLER, Bruno PATIN.

#### LABORATOIRES ET INSTITUTS AYANT DES ADHÉRENTS À L'AFIA

.....  
CRIL, EDF/STEP, GREYC, IFFSTAR, IRIT, LAMSADE,  
LIFL, LIG, LIMOS, LIMSI, LIPADE, LIP6, LIRIS, LIRMM,  
LORIA, LRI, ONERA, TETIS

#### COMITÉ DE RÉDACTION

Olivier AMI  
*Rédacteur*  
olivier.ami@aphp.fr

Florence BANNAY  
*Rédactrice en chef*  
florence.bannay@irit.fr

Dominique LONGIN  
*Rédacteur*  
Dominique.Longin@irit.fr

Nicolas MAUDET  
*Rédacteur*  
maudetn@lip6.fr

Philippe MORIGNOT  
*Rédacteur*  
philippe.morignot@vedecom.fr

## ■ Pour contacter l'AFIA

### Président

Yves DEMAZEAU  
L.I.G./C.N.R.S., Maison Jean Kuntzmann  
110, avenue de la Chimie, B.P. 53  
38041 Grenoble cedex 9  
Tel : +33 (0)4 76 51 46 43  
Fax : +33 (0)4 76 51 49 85  
[president@afia.asso.fr](mailto:president@afia.asso.fr)  
<http://membres-lig.imag.fr/demazeau>

### Serveur WEB

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

### Adhésions, liens avec les adhérents

Davy MONTICOLO  
ENSGSI  
8 rue Bastien Lepage  
54000 Nancy  
[tresorier-adjoint-adh@afia.asso.fr](mailto:tresorier-adjoint-adh@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