



**AfIA**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

# Bulletin N° 117

---

*Association française pour l'Intelligence Artificielle*

---

AfIA



---

## PRÉSENTATION DU BULLETIN

Le *Bulletin* de l'AfIA vise à fournir un cadre de discussions et d'échanges au sein des communautés académique 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 contient également chaque trimestre un dossier plus substantiel qui porte : soit sur un thème liés à l'IA (2 numéros par an), soit sur des équipes de recherche en IA (1 fois par an), soit sur la Plate-forme Intelligence Artificielle PfIA (1 fois par an).

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

Ce numéro 117 du bulletin de notre association comporte un dossier sur les équipes industrielles en IA, dossier qui a été supervisé par Yves DEMAZEAU. Parmi les entreprises contributrices figurent à la fois des acteurs très connus du domaine (AIRBUS, IBM, THALES entre autres) et des entreprises sans doute moins connues, au moins en dehors de nos domaines de spécialité. Dans ces contributions sont abordés différents aspects de l'IA, de l'ingénierie des connaissances à l'aide à la décision en passant par la vision par ordinateur, la robotique ou encore le traitement automatique des langues. Comme à chaque numéro, nous vous proposons un récapitulatif des thèses soutenues en IA en France durant le dernier trimestre.

***Bonne lecture à tous !***

Gaël LEJEUNE  
*Rédacteur*



---

## SOMMAIRE

### DU BULLETIN DE L'AfIA

---

3	Dossier « Équipes industrielles en IA »	
	Edito . . . . .	4
	AIRBUS. . . . .	4
	Ardans : le système d'information et de connaissance à l'heure de l'ISO30401 . . . . .	8
	Berger-Levrault . . . . .	15
	IBM et l'IA en France . . . . .	19
	MONDECA - Knowledge Browser: An Enterprise Tool to Visualize and Share Your Knowledge Graph . . . . .	23
	Nexter : IA & Systèmes Robotiques . . . . .	26
	NukkAI . . . . .	30
	Société Générale : Pour une intelligence artificielle « digne de confiance » . . . . .	32
	L'intelligence artificielle à Thales . . . . .	38
45	Comptes rendus de journées, événements et conférences	
	Huitième journée Perspectives et Défis de l'IA - PDIA 2022 sur le thème « Créativité »	46
49	Thèses et HDR du trimestre	
	Thèses de Doctorat . . . . .	50
	Habilitations à Diriger les Recherches . . . . .	53



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

---

## Dossier

# « Équipes industrielles en IA »

---

Dossier réalisé par

**Yves DEMAZEAU**

LIG

CNRS

[yves.demazeau@afia.asso.fr](mailto:yves.demazeau@afia.asso.fr)



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## ■ Edito

LIG/UGA  
Université Grenoble Alpes

**Yves DEMAZEAU**

[yves.demazeau@afia.asso.fr](mailto:yves.demazeau@afia.asso.fr)

Pour ce dossier sur les équipes industrielles

en IA, nous avons reçu 10 contributions que vous trouverez ci-après. Nous remercions vivement les entreprises concernées pour les articles de grande qualité qui nous ont été envoyés et qui donnent un éclairage sur différents usages de l'IA dans le domaine industriel.

## ■ AIRBUS

Par

**Romaric REDON**

Airbus

[romaric.redon@airbus.com](mailto:romaric.redon@airbus.com)

**Bruno CARRON**

Airbus

[bruno.carron@airbus.com](mailto:bruno.carron@airbus.com)

### Membres impliqués

- Romaric REDON, AI fast track leader
- Jean-Marie DAUTELLE, Senior Expert
- Bruno CARRON, Senior Expert

### Thématique générale de l'entreprise

AIRBUS is both embracing Symbolic AI where reasoning is based on high-level "symbolic" (human-readable) representations and more recent Data Driven AI where reasoning is based on exploiting correlations learnt from data. One of the more efficient ways to introduce Artificial Intelligence in AIRBUS is through describing its main application cases. Artificial Intelligence is used in AIRBUS to provide assistance/automation capabilities for :

#### Supporting perception tasks :

- Making sense out of images/videos through Computer Vision algorithms,
- Making sense out of speech and text through Natural Language Processing.
- Making sense out of sensor measure-

ment through Times Series Analysis.

**Supporting prediction tasks :** Based on inputs coming from the perception step, and often doing fusion between various types of information, predictive models could be built to understand and possibly anticipate how the situation could evolve. These predictive models are built offline using physics or past experience or both approaches together doing hybrid modelling

**Supporting decision making tasks :** Based on inputs from the perception step, possibly complemented by the use of predictive models, various simple or complex Artificial Intelligence techniques could be developed to support decision making in open-loop or closed loop systems.

Perception, prediction and decision making tasks could be organised sequentially in the OODA (Observe–Orient–Decide–Act) loop when the objective is to bring more autonomy.



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## Artificial Intelligence is a key enabler for our AIRBUS Digital Platforms

Airbus has been working with artificial intelligence technologies for a long time (first large scale applications were in the 90's about intelligence using natural language processing and computer vision) and benefited from recent contributions from data-driven approaches (machine learning & deep learning). The use of AI at Airbus has gone beyond the stage of numerous pilot applications with large-scale operational deployments in digital platforms developed by AIRBUS : In Sky-Wise<sup>1</sup>/SmartForce<sup>2</sup> and AirbusWorld<sup>3</sup> portal for processing commercial/military aviation data coming from Aircrafts and Helicopters fleet and providing predictive maintenance capabilities In OneATLAS<sup>4</sup> for processing satellite imagery and extracting useful insights to build thematic services for various sectors such as defence (exemple : OceanFinder<sup>5</sup> detecting ships for maritime surveillance) , environment (exemple Starling<sup>6</sup> detecting oil palm trees for fighting deforestation), agriculture (ex detecting fields boundaries<sup>7</sup> to optimize agriculture policies) , insurance, Energy and many others, In Massive intelligence<sup>8</sup> for providing information superiority for security and defence applications, collecting and filtering information from all available sources (Geo intelligence, Open source intelligence, signal intelligence,...). These digital platforms are developed using the latest technologies in terms of big data, cloud and artificial intelligence.

1. <https://aircraft.airbus.com/en/services/enhance/skywise>
2. <https://www.airbus.com/en/products-services/defence/military-aircraft/military-aircraft-services/smartforce>
3. <https://airbusworld.helicopters.airbus.com/web/guest/home>
4. <https://www.intelligence-airbusds.com/imagery/oneatlas/>
5. <https://www.intelligence-airbusds.com/markets/maritime/oceanfinder/>
6. <https://www.intelligence-airbusds.com/markets/forestry-environment/starling/>
7. <https://www.intelligence-airbusds.com/automatic-field-boundary-detection/>
8. <https://www.intelligence-airbusds.com/markets/defence/joint-isr/pioneering-the-future/fortion-massive-intelligence/>

## Artificial Intelligence is used all across AIRBUS

AI is a widespread set of technologies that is already transforming all Airbus activities with applicability from early design phases to flight tests, manufacturing and operations and not forgetting shared services (HR, procurement, marketing,...). Artificial Intelligence is a generic enabler which is used to provide assistance / automation of :

**Perception tasks** : image processing, natural language processing, time series analysis

**Prediction and forecasting tasks** relying on hybrid modelling coupling together physics based and data driven approaches

**Decision making tasks** such as optimising planning and scheduling, routing and trajectories, control strategies

These AI capabilities are used in an ubiquitous way to :

- Boost Design and Testing activities, some examples :
  - Extraction of information from documents and advanced search capabilities
  - Interpretation of test results identifying potential trends and anomalies
- Improve performance of flying platforms, some examples :
  - Build surrogate model learning from complex simulation code such as CFD code , such surrogate models are much faster to execute and could be used to perform design space exploration, early



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

- trade-off and optimisation resulting in better optimised products
- Improve performance of industrial processes and logistics, some examples :
    - optimise planning and scheduling of shop floor activities
    - health monitoring applied to parts, machine and tools
    - Improvement of forecast, optimisation of inventory costs
    - optimisation of routing for delivery
    - improve perception capabilities for robots to perceive their environment and interact with humans, capabilities to adapt control laws.
  - Improve flying platforms operations, some examples :
    - Predictive maintenance : health monitoring capabilities to avoid operational interruption and move to condition based maintenance
    - Optimise flight planning and trajectories for Aircrafts and Helicopters and potentially swarms of vehicles
    - Optimise tasks planning for satellites and constellation of Satellites
  - Improve mission success, some examples :
    - Provide better situational awareness extracting information from all information sources (satellite imagery, social media, signal Intelligence,...) and provide decision support for operators
    - Dynamic resources allocation for new generation of networks with evolving topology
    - Improve capacity to detect cyber attacks, behavioural analysis and monitoring, detection of anomalies to identify threats.
  - Learn more efficient combat strategies
  - Develop new digital services, some examples :
    - New space imagery services for detecting deforestation, doing maritime surveillance, precision agriculture,...
  - Improve our shared services, some examples :
    - HR : providing HR chatbots, recruiting tools
    - Procurement : facilitating search and reuse of contracts, forecasting potential issues with the supply chain.

Most of the above examples are linked to AI applications running on-ground but Artificial Intelligence is also going to be used inside our Aircrafts, Helicopters and Satellites to bring more autonomy and differentiating capabilities

### **Make AI fly**

Bringing Artificial Intelligence into the Flying platform - MAKE AI FLY - is one of the next research and Innovation Frontier addressed by AIRBUS. The objective is to provide assistance to pilots, astronauts and globally all operators involved in the success of the mission. AI could be used to reduce workload for operators, helping to assess the situation whatever the size of the crew, improve efficiency of the mission through supporting decision making and improving safety.

In terms of "Make AI Fly" success, Airbus already achieved several world firsts demonstrations such as :

- automatic in-flight refueling<sup>9</sup>,
- virtual assistant in space on board the ISS<sup>10</sup>,

9. <https://www.youtube.com/watch?v=xPmdD3qeUsA>

10. <https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2020-04-cimon-2-makes-its-successful-debut-on-the-iss#E-Oqtid1qx>

11. <https://twitter.com/ylecun/status/1273759916680007682?s=20>



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

- vision-based taxiing, take-off and landing demonstrated on an A350 <sup>11</sup>

AI is a key enabler to improve platform autonomy levels, reduce workload for the crew and improve safety, some examples :

- Obstacle detection and avoidance
- Vision based navigation capabilities
- Tracking of (moving) objects
- Speech to text capabilities for ATC
- Virtual assistant to support pilots, astronauts extracting information from various sources and supporting decision making
- Embedding complex performance models onboard to provide assistance to pilots

Ensuring safe introduction of AI in critical systems is the number one priority

Development of trustworthy AI is a key priority and AIRBUS launched in house strategic research projects as well as key partnerships with academics, industrials, and regulatory authorities. AIRBUS is the main founding member of ANITI <sup>12</sup> (interdisciplinary institute of artificial intelligence of Toulouse) and directly contributes to the realisation of many trustworthy AI research activities. These activities are carried out in collaboration with other French and also Canadian academic and industrial partners within the framework of the DEEL project <sup>13</sup> (Dependable, Certifiable & Explainable Artificial intelligence for Critical Systems). ANITI and DEEL are providing new methods for ensuring the correctness, fairness and robustness of AI algorithms. These methods should be integrated in a trustworthy AI development environment to be used to design critical systems. This is the core focus on

which AIRBUS is working on in the collaborative [confiance.ai](https://www.confiance.ai) <sup>14</sup> project. Airbus also set-up specific collaboration in research chairs such as the DSAIDIS <sup>15</sup> chair, the safety management chair with ENAC <sup>16</sup> and LiA <sup>17</sup> chair and takes part to collaborative projects in different National and European frameworks (ANR, PIA, DGA, DGAC, LUFO, etc.) . Many win-win bilateral collaborations with the academic community are enabled through numerous PhDs. Finally, AIRBUS is also partnering with all aerospace stakeholders including regulation agencies for civil, space and defence domains to adapt existing standards to cope with introduction of AI and especially usage of Machine Learning. AIRBUS is notably co chairing the EUROCAE WG114 working on AS6983 Process Standard for Development and Certification/Approval of Aeronautical Safety-Related Products Implementing AI.

AIRBUS is continuously aiming at pushing the state of the art of what can be done with AI and looking forward to working with relevant external partners and attracting new talents.

AIRBUS contributes to improve AI research state of the art through scientific publications as well as open source contribution such as Scikit-decide <sup>18</sup> : AI framework for Reinforcement Learning, Automated Planning and Scheduling [1] Decomon <sup>19</sup> : Automatic Certified Perturbation Analysis of Neural Networks [2]

## Références

- [1] Florian Geißer, Guillaume Povéda, Felipe Trevizan, Manon Bondouy, Florent Teichtel-Königsbuch, and Sylvie Thié-

12. <https://aniti.univ-toulouse.fr/>

13. <https://www.deel.ai/>

14. <https://www.confiance.ai/>

15. <https://datascienceandai.wp.imt.fr/en/home-2/>

16. <https://www.enac.fr/en/enac-airbus-safety-management-research-chair-0>

17. <https://liavignon.fr/wp-content/uploads/sites/64/2021/09/plaquette-LIAvignonLongue-def.pdf>

18. <https://airbus.github.io/scikit-decide/>

19. <https://github.com/airbus/decomon>





baux. Optimal and heuristic approaches for constrained flight planning under weather uncertainty. *Proceedings of the International Conference on Automated Planning and Scheduling*, 30(1) :384–393, Jun. 2020.

[2] Guillaume Vidot, Christophe Gabreau, Ileana Ober, and Iulian Ober. Certification of embedded systems based on machine learning : A survey. *CoRR*, abs/2106.07221, 2021.

## ■ Ardans : le système d'information et de connaissance à l'heure de l'ISO30401

Par

**Alain BERGER**

Ardans

[aberger@ardans.fr](mailto:aberger@ardans.fr)

**Aline BELLONI**

Ardans

[abelloni@ardans.fr](mailto:abelloni@ardans.fr)

**Jean-Pierre COTTON**

Ardans

[jpcotton@ardans.fr](mailto:jpcotton@ardans.fr)

### Membres

- Jean-Pierre COTTON, Président Directeur Technique
- Alain BERGER, Directeur Général
- Aline BELLONI, Consultant Manager KM
- Nicolas EVREUX, Consultant Manager IT
- David VALTIER, Consultant Manager IT
- Samuel KETELS, Consultant Expert IT
- Patrick PRIEUR, Consultant Expert KM
- François VEXLER, Consultant Expert KM

### Une offre dédiée à l'efficience des acteurs de l'entreprise

Créée en 1999, Ardans offre à ses clients une expertise afin qu'ils puissent disposer de systèmes d'information et de connaissance avec comme but de mettre à la disposition des utilisateurs la bonne information ou connaissance au bon moment et en fonction de leur contexte de travail. La démarche fondatrice est celle de l'ingénierie de la connaissance afin de

réaliser une analyse de la situation pertinente pour élaborer une conception et une structuration efficace de l'information et de la connaissance. Nourrir le cercle vertueux d'une qualité de collecte comme de restitution de cette information et connaissance est l'enjeu. Une littérature surabondante prolifère sur le sujet du *Knowledge Management* ainsi que l'appréciait déjà Patrick PRIEUR [15] dans une courbe actualisée ci-après (figure 1.1) qui précise ce rythme toujours très élevé.

L'arrivée de la norme ISO30401 en novembre 2018 est désormais un socle satisfaisant et partagé par tous pour se projeter sur une exploitation avancée du patrimoine immatériel considéré.

### Description des travaux actuels

Les précédentes présentations d'Ardans dans le bulletin de l'AFIA [2, 3, 5, 6] et [7] ont été liées à la description de notre vision

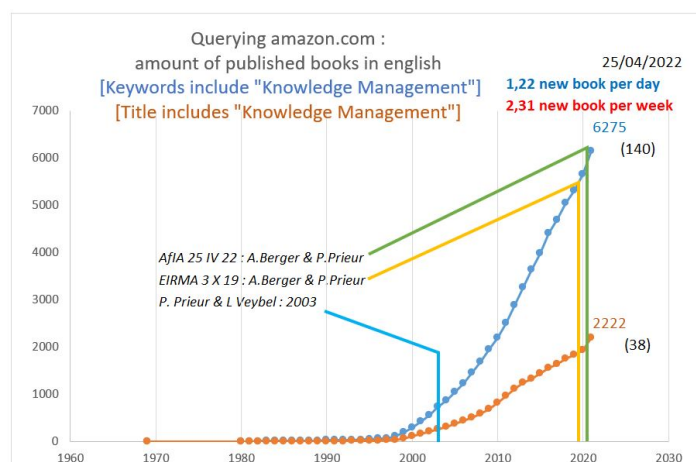


Figure 1.1 – Évolution de la quantité de livres sur le sujet du Knowledge Management

de l'ingénierie de la connaissance et des outils que nous élaborons pour ce métier. Nous présentons ici nos travaux sur un plan méthodologique avec en trame de fond la publication de la norme ISO30401 sur le Knowledge Management (KM).

### L'ISO30401 : le déclic KM de l'organisme

Si l'on analyse le contenu de la norme ISO30401 :2018 [11] qui s'intitule « Systèmes de management des connaissances. Exigences », il n'y a rien de très nouveau. Il y a le bienfait de poser un cadre autour des travaux SECI de I NONAKA & H TAKEUCHI [12], des facettes de la problématique de M GRUNDSTEIN [10], le PDCA de W. E. DEMING, et des contributions d'organismes tels que l'AIEA ou l'APQC.

Avec ce socle de langage et de définition de système, il y a la formalisation d'une première grille d'analyse sur comment les organismes se situent face à ce process qu'est le management de la connaissance. Grâce à ce repère, les organismes s'auto-évaluent. Alors, une prise de conscience s'impose vite à partir des observations relatives aux évolutions des comporte-

ments des nouveaux collaborateurs, au rythme de départ des anciens ; la question de la pérennisation de l'expertise, de la maîtrise des connaissances actuelles et de l'assurance du développement des savoirs futurs. Mais comment s'y prendre ?

### Comment initialiser une démarche KM ?

C'est à peine croyable de constater comment des organismes supposés être sérieux sur la maîtrise de leur savoir-faire, de leur expertise sont démunis face aux zettaoctet, aux millions de documents, aux logiciels holistiques qui remplissent leurs serveurs informatiques pour retrouver la bonne réponse à leur question. Mais comment retrouver le nord, le bon sens paysan du Candide de VOLTAIRE qui doit cultiver son jardin ? La réponse d'Olivier DE SERRES [8] en 1600 : le ménage des champs alias le management !

L'initialisation de la démarche est avant tout humaine : il faut déjà trouver les bonnes ressources en interne afin de porter le projet devant le sponsor, le Comité Exécutif, les responsables métier et ceux qui au quotidien œuvrent pour faire avancer les projets, les dos-

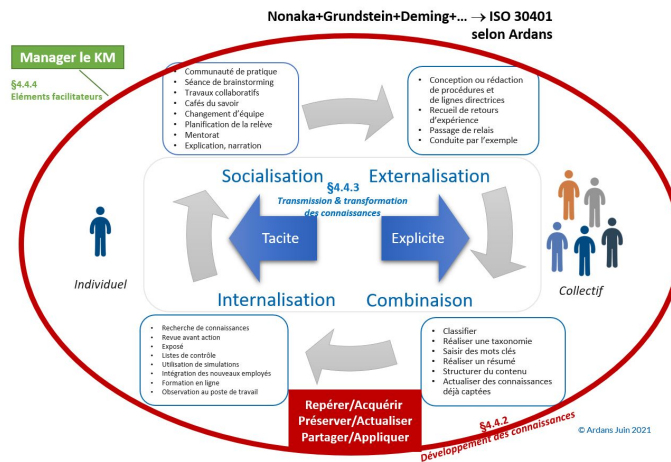


Figure 1.2 – L'ISO30401 revisitée par Ardans

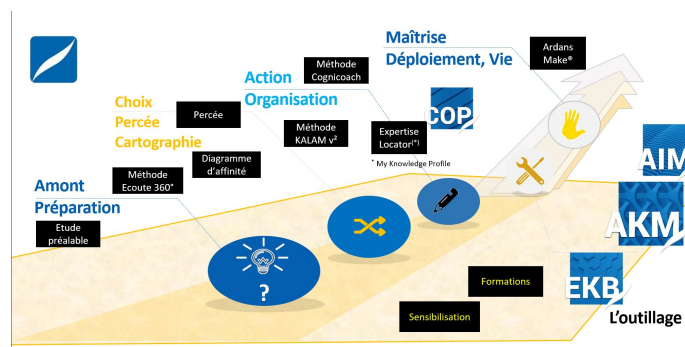


Figure 1.3 – Outils d'Ardans conformes ISO30401



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

siers, les opérations. Les bons candidats sont rares, car le sujet n'est pas de trouver le logiciel magique qui dispose de la fonctionnalité alias le magique mais comment faire travailler ensemble « co-opérer » des acteurs selon le principe de Michel GRUNDSTEIN [9] « Construire en commun un objet inconnu ». Les rôles de CKO (*Chief Knowledge Officer*/Directeur de la Connaissance), de KMer/MC (*Knowledge Manager*/ Manager de la Connaissance), et de KE/IC (*Knowledge Engineer*/ Ingénieur de la Connaissance) apparaissent de plus en plus dans les organismes, avec quelques parcours académiques spécifiques qui viennent appuyer ce mouvement. Les acteurs du groupe de pilotage KM de l'organisme doivent être accompagnés et formés au fil de l'opération pour adhérer et pour s'approprier les méthodes et outils associés.

### Écoute 360°+ Diagramme d'Affinité

Pour initialiser une démarche de management de connaissance « côté connaissance métier », la méthode combinant CEM (Conception à l'écoute du marché) et « Entretiens Écoute 360° » est dérivée des travaux de Shoji SHIBA [14] sur le management par la qualité totale. Elle constitue une solide approche pour décrire la situation face aux enjeux stratégiques de l'organisme comme les enjeux opérationnels du terrain. Les fruits de cette approche contribuent à la construction de la matrice stratégique SWOT/FFOM (*Strengths/ Forces, Weaknesses/ Faiblesses, Opportunities/ Opportunités, Threats/ Menaces*) de la démarche KM.

À partir de ces échanges, on se donne la chance de voir remonter les attentes tacites. Leur expression sous forme de verbatim retranscrits à la lettre et regroupés par affinité fait émerger ce diagramme d'affinité qui se spatialise ; une analyse dégage alors un diagnostic

de nature systémique. La finalisation de cette phase exploratoire par des Ateliers « Axes de progrès » conduit ensuite à établir le plan d'action avec l'élaboration du rapport fondateur de la démarche KM comprenant sa feuille de route en phase avec la norme ISO3401.

### KALAM v2

Pour entamer une opération dédiée à la pérennisation de savoirs Ardans proposait une démarche [1] sur le ciblage d'une action de gestion de connaissance. Avec en 2019 l'apport des travaux de *Polia Consulting* sur « KALAM » ("*Knowledge And Learning in Action Mapping*") [13], la méthode s'est consolidée pour devenir « KALAM v2 ». L'objectif est d'évaluer la criticité des connaissances par une approche d'aide à la décision multicritère en croisant des critères de vulnérabilité à des critères d'utilité. Ainsi les connaissances critiques sont les connaissances clés (celles qui permettent la réalisation des activités qui constituent le savoir-faire métier et constituent l'élément différenciant vis-à-vis de la concurrence) qui sont cruciales (celles sans lesquelles les problèmes critiques d'une entreprise n'ont pas de solution).

### De la préparation à l'implantation du SKM

Après ces actions préparatoires et de diagnostic, une cible est formalisée. Il s'agit de mettre en place un SKM (Système de *Knowledge Management*). C'est un dispositif vertueux qui s'enrichit au « fil de l'eau » de connaissances (validées) sur un socle métier déjà garanti par les experts et afin de participer à l'efficacité collective du travail quotidien. Lors de la conférence FIIA du 7 octobre 2021 la société TechnicAtome<sup>20</sup> a présenté son « processus de confiance pour agréger au fil de l'eau cette matière « connaissance » : la déclinaison

20. [Construire avec confiance une base de connaissance ou savoir traiter un sujet technique complexe](#)



Figure 1.4 – L'Atelier « Diagramme d'affinité »

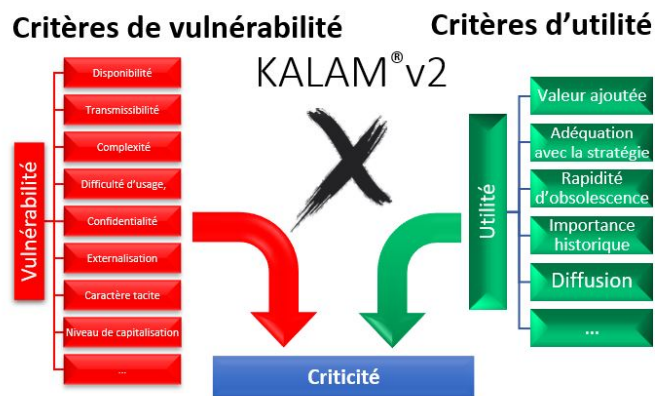


Figure 1.5 – KALAM®v2 la méthode d'évaluation la criticité des connaissances

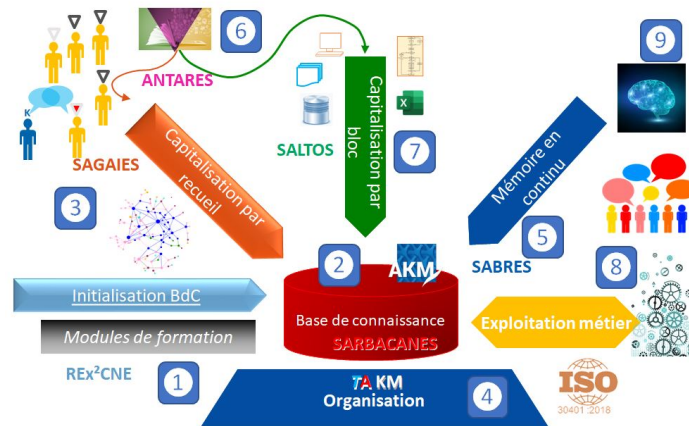


Figure 1.6 – La démarche de confiance TA KM

TA KM ».

De façon synthétique, on retient ces 9 étapes :

1. Initialisation de l'opération par une preuve de concept dénommée Rex2CNE démontrant l'apport de l'ingénierie de la connaissance pour traiter, via une base de connaissance, une question métier de gestion de retour d'expérience. Cette base est structurée et nourrie à partir de modules de formation internes.
2. Implantation d'une base de connaissance pour supporter TA KM ; elle est appelée Sarbacanes.
3. Réalisation d'une action de recueil d'expertise [4] (Sagaies) sur des connaissances clés sert à enrichir la base et valider la pertinence de réaliser un « transfert de connaissance » concomitamment.
4. Définition et mise en place de l'organisation humaine de TA KM.
5. Réalisation des actions de communication et des sessions de formations à la démarche TA KM comme à l'exploitation de la base de connaissance pour les acteurs KM comme métier (opérations Sabres).
6. Production des études amont pour statuer sur l'enrichissement des fonctionnalités comme du contenu de Sarbacanes (études Antares).
7. Mise en œuvre des opérations de « bascule » d'outils informatiques métiers afin d'assurer leur pérennisation dans Sarbacanes (projets Saltos).
8. Dissémination des fonctionnalités de Sarbacanes dédiées au métier au sein de l'entreprise et de ses différents sites, accompagnée de l'action de conduite du changement essentielle requise.
9. Présentations stratégiques sur les propositions de nouveaux champs de l'exploitation de Sarbacanes effectuées devant la Direction Générale afin d'offrir de nouveaux services aux clients internes comme externes de l'entreprise.

On note aussi toute l'amplitude d'actions qu'il convient de traiter en parallèle et qui relèvent de cette norme. Ceci illustre parfaitement toute la complexité de la mise en œuvre opérationnelle du management de la connaissance dans une organisation industrielle. La réalisation d'un tel SKM avec son implantation est



un sujet qui prend donc naturellement du temps pour convaincre en interne. Une telle démarche se heurte à des questions de sensibilité, de sécurité comme à des sujets techniques, opérationnels ou tout simplement humains. Perspectives La mise en place de système à base de connaissances jadis ou aujourd'hui de SKM conformes à l'ISO30401 relève toujours des mêmes défis. Si le défi technique existe et se caractérise par les performances des algorithmes qui sont implantés, il n'en reste pas moins clair que le défi humain de l'adhésion à une telle évolution organisationnelle est primordial. La co-construction reste aujourd'hui le meilleur atout pour se donner toutes les chances de succès à l'implantation d'une telle innovation avant tout dédiée à l'efficacité en toute confiance de ses bénéficiaires. L'ISO30401 est ainsi un outil précieux pour faire progresser la discipline et son implantation opérationnelle : "*in ISO30401 we trust!*".

## Références

- [1] Aline Belloni, Alain Berger, and Jean-Pierre Cotton. Cibler une action de gestion des connaissances appropriée dans un cadre industriel : retour d'expérience d'Ardans. In *Conférence Nationale sur les Applications Pratiques de l'Intelligence Artificielle*, Caen, France, July 2017.
- [2] Alain Berger. Ardans : la mémoire en continu. *Bulletin de l'AFIA : "I.A. et Aide à la décision dans les entreprises"*, 62, Oct. 2006.
- [3] Alain Berger. Ardans labs : L'ingénierie de la connaissance et la mémoire collective au cœur de la dynamique éthique des organisations. *Bulletin de l'AFIA : "I.A. et Ethique"*, 79, Jan. 2013.
- [4] Alain Berger. Évolution dans l'industrie du métier d'ingénieur cognitif ou d'ingénieur de la connaissance entre 1985 et 2015. In *Applications Pratiques de l'Intelligence Artificielle (APIA)*, Rennes, 2015.
- [5] Alain Berger. Ardans : Knowledge consulting and software solutions. *Bulletin de l'AFIA : "Les Industriels et l'AFIA"*, 93, Juil. 2019.
- [6] Alain Berger, Aline Belloni, and Jean-Pierre Cotton. Ardans : quand l'ingénierie de la connaissance s'outille avec l'expérience. *Bulletin de l'AFIA : "Equipes industrielles en I.A."*, 101, Juil. 2018.
- [7] Alain Berger and Jean-Pierre Cotton. Construire une mémoire collective de l'entreprise : la gestion des connaissances. *Bulletin de l'AFIA : "Bulletin Spécial Grand Public"*, 72, Avr. 2011.
- [8] Olivier de Serres. *Le théâtre d'agriculture et mesnage des champs*. Actes Sud, 2001.
- [9] Michel Grundstein. Développer un système à base de connaissances : un effort de coopération pour construire en commun un objet inconnu. In *journée "Innovation pour le travail en groupe"*, Cercle pour les Projets Innovants en Informatique (CP2I), Nov. 1994.
- [10] Michel Grundstein. Le management des connaissances dans l'entreprise problématique, axe de progrès, orientations. Technical Report 050207, MG Conseil, 2002.
- [11] ISO. *ISO-30401 :2018 : "Systèmes de management des connaissances - Exigences"*. ISO/TC 260 "Management des ressources humaines", 2018.
- [12] Ikujiro Nonaka and Hirotaka Takeuchi. *The knowledge-creating company : How japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press, New York, 1995.
- [13] Jean-Yves Prax. *Manuel de Knowledge Management*. Dunod, 4e édition, mars 2019.



[14] Shoji Shiba. *La conception à l'écoute du marché. Organiser l'écoute des clients pour en faire un avantage concurrentiel.* Pratiques en question. Insep, 1995.

[15] Laurent Veybel and Patrick Prieur. *Le knowledge management dans tous ses états.* Richesses humaines. Ed. d'Organisation, Paris, 2003.

## ■ Berger-Levrault

Par

**Younes ZEGAOUI**

Berger-Levrault

[Younes.zegaoui@berger-levrault.com](mailto:Younes.zegaoui@berger-levrault.com)

**Christophe BORTOLASO**

Berger-Levrault

[Christophe.bortolaso@berger-levrault.com](mailto:Christophe.bortolaso@berger-levrault.com)

### Membres impliqués

- Younes ZEGAOUI, Ingénieur de Recherche
- Abderrahmane SERIAL, Manager de projet scientifique
- Christophe BORTOLASO, Responsable de la Recherche

### Thématique générale de l'entreprise

Berger-Levrault déploie depuis plusieurs années une dynamique de développement de son activité de recherche ambitieuse pour fournir à ses clients des produits innovants. Ainsi, plus de 12 programmes de recherche sont animés par une équipe pluridisciplinaire explorant entre autres le génie logiciel, l'IoT, la eSanté, l'IHM et bien sur l'IA.

### Description des travaux

iBerger-Levrault est un éditeur de logiciels pour la gestion et l'administration. Berger-Levrault équipe la majorité des collectivités territoriales avec des solutions de gestion administrative mais également de gestion technique des équipements. Nos solutions permettent de gérer entre autres la maintenance et l'entretien des objets urbains. Un objet urbain est

tout objet présent dans le paysage urbain et rattaché à un service offert par la collectivité territoriale. Ces objets urbains peuvent être fixes, comme les lampadaires, mobiles, comme les poubelles ou bien vivant comme des espaces verts. Les gestionnaires de ville doivent alors être en mesure d'entretenir tous ces objets urbains, ce qui nécessite de les inventorier de manière régulière, de les localiser précisément ainsi que prévenir les interactions problématiques qui pourraient survenir entre eux, comme par exemple la chute d'une branche d'arbre sur des câbles électriques. L'un des défis importants rencontré par les gestionnaires de villes provient du nombre extrêmement important d'objets urbains et de leurs variabilités. Par exemple, la ville de Montpellier compte plus de 50000 arbres, plus de 8000 panneaux de signalisation, 60 km de ligne de tramway (e.g. caténaires, poubelles, etc.)<sup>21</sup>, or la majeure partie de la collecte d'information est réalisée manuellement et sporadiquement par des agents de la ville. Ainsi, il existe un réel besoin d'automatiser une partie de la collecte d'information, en commençant par le recensement des objets urbains.

21. Données publiques non nominatives du territoire de Montpellier : <https://data.montpellier3m.fr/>





## Détection automatique des objets urbains

Des précédents travaux réalisés en partenariat entre l'entreprise Berger-Levrault et le LIRMM ont permis de montrer l'intérêt de la détection d'objets urbains à partir d'imageries aériennes, dans le cas des arbres urbains [7], des pierres tombales [6] ou bien des bouches d'égout [1]. Ces travaux extrêmement prometteurs s'appuyaient sur l'utilisation de réseaux de neurones profonds pour segmenter des objets sur des prises de vue aériennes. Les prises de vues aériennes ne permettent néanmoins pas de détecter tous les objets par manque de résolution ou d'orientation. Nous avons récemment étendu ces travaux en s'appuyant sur des prises de vue au sol grâce à des acquisitions LiDAR. Un capteur LiDAR équipé sur une voiture, ou un sac à dos, permet de numériser des grandes scènes 3D correspondant à des quartiers entiers d'une ville sans avoir à survoler celle-ci. Les données qui résultent de cette acquisition sont alors représentées sous forme de nuages de points géoréférencés pouvant facilement compter plusieurs millions de points par acquisition. Se pose alors la question du traitement automatique de ces grands nuages de points. Dans notre cas, nous voulons être capables, à partir d'un nuage de points LiDAR, de détecter tous les objets présents, c'est-à-dire les localiser, sous la forme d'une boîte englobante et les reconnaître, en leur assignant une classe, choisie parmi les classes d'objets urbains que nous souhaitons reconnaître : arbres, lampadaires, poteaux, feux de signalisation, panneaux de signalisation ou bien des classes d'autres objets habituellement présents en milieu urbain comme les voitures ou les piétons.

## Deep-learning en 3D

Nous souhaitons poursuivre dans la lignée des travaux antérieurs qui s'appuyaient sur l'apprentissage profond ou *deep-learning*. Le *deep-learning* est un champ d'étude qui s'est progressivement imposé dans le domaine du traitement des images et qui est de plus en plus utilisé pour les données 3D tels que les nuages de points. Une des méthodes de référence en ce qui concerne le *deep-learning* appliqué au nuage de points, est le réseau PointNet [2]. Celui-ci a pour principal avantage de considérer en entrée directement un nuage de points, ce qui n'est pas le cas des premières tentatives de réseaux de neurones 3D qui le précèdent comme VoxNet [5] ou MVCNN [11]. Nous avons ainsi pu montrer que le réseau PointNet peut être entraîné afin de classifier, c'est-à-dire d'associer une classe à un objet isolé, des nuages de points correspondant à des objets urbains. Dans nos expériences, nous avons obtenu de bons résultats sur cette tâche, avec un score F1 global de 0.76, et ce malgré la petite taille de notre base d'apprentissage (1600 nuages de points) et le fait que les nuages de points de la base de test provenaient d'une acquisition LiDAR différente. Néanmoins, une limite importante du réseau PointNet demeure son incapacité à être entraîné sur la tâche de détection d'objets. En effet, celui-ci permet uniquement d'apprendre à classifier des nuages de points ou bien de les segmenter sémantiquement (associer une classe à chacun des points sans notion d'instance ou d'objets). C'est pourquoi nous avons décidé de développer une architecture originale basée sur PointNet et qui permettrait de s'entraîner sur la tâche de détection d'objets.

## RPC : notre architecture originale pour la détection d'objets 3D

Nous nous sommes inspirés des réseaux de neurones pour la détection d'objets dans des



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

images 2D comme FasterRCNN [9] ou YOLO [8] pour développer l'architecture de Réseau avec Proposition de Cluster ou RPC. Contrairement à PointNet, ce réseau peut être entraîné directement sur la tâche de détection d'objets dans des nuages de points, par le biais de prédictions de boîtes englobantes autour des objets présents dans le nuage. Le réseau s'articule autour d'une opération clé : la cluster-convolution. Cette opération originale permet de regrouper des points dans des groupes appelés cluster et, en même temps, d'extraire des caractéristiques à partir de ces clusters. En enchaînant hiérarchiquement les opérations de cluster-convolution, à la manière des couches de convolutions à pas dans les réseaux de neurones 2D (CNN) il est alors possible d'obtenir un nombre restreint de clusters (habituellement compris entre 4 et 16). Pour chacun de ces clusters le réseau va alors chercher à prédire s'il contient un objet et, le cas échéant, prédire sa classe ainsi qu'une boîte englobante ajustée autour de l'objet.

### Jeux de données et résultats

La plupart des travaux sur la détection d'objets 3D ont pour application la conception de véhicules autonomes [4] ou bien la détection d'objets en intérieur [3]. Ces deux applications possèdent chacune leurs propres spécificités et les jeux de données qui leur sont associés ne sont alors pas adaptés à notre cas. Les travaux existants sur les objets urbains à partir de nuages de points se concentrent essentiellement sur la tâche de segmentation sémantique [10]. Nous avons alors modifié ce jeu de données pour qu'il puisse être adapté à la détection d'objets. Néanmoins celui-ci compte moins de 300 objets au total alors que les jeux de données associés aux autres cas d'usages évoqués en compte plusieurs dizaines de milliers.

Notre ensemble d'entraînement compte

trois scènes 3D de plusieurs millions de points chacun et couvrant un itinéraire d'acquisition de 200 mètres environ chacune. Nous utilisons deux de ces scènes pour le jeu d'entraînement et la dernière comme scène de test. Les scènes sont d'abord découpées en plusieurs blocs de taille identiques avant d'être passées en entrée de notre architecture RPC. Malgré la faible taille de notre jeu d'entraînement, nous obtenons tout de même des résultats encourageants, en termes de mAP (0.39) sur la détection des objets, et notamment sur la classe voiture.

### Conclusion

Dans le cadre de nos travaux sur la détection d'objets 3D, nous avons conçu l'opération originale de cluster-convolution qui permet d'étendre le réseau PointNet afin d'être en mesure de prédire des boîtes englobantes autour des objets présents dans le nuage de points. L'architecture qui en résulte est baptisée RPC et permet d'être entraînée sur la tâche de détection d'objets dans des nuages de points 3D. La limite principale de notre architecture est liée à la formation des clusters de points. En effet celle-ci résulte de l'application d'une variante de l'algorithme du *k-means* et n'est pas optimisée par la fonction de coût du réseau de neurones. D'autres axes d'amélioration de nos expériences sont la taille réduite du jeu d'entraînement ainsi que la gestion des objets à cheval sur plusieurs blocs. C'est pourquoi nous avons pour perspective d'améliorer l'opération de cluster-convolution afin que le regroupement des points en clusters soit effectuée de manière semi-supervisé et puisse ainsi faciliter la prédiction de boîtes englobantes par le réseau. Nous envisageons également d'utiliser des données synthétiques afin d'augmenter la taille de notre jeu d'apprentissage.



## Références

- [1] Yassine Bel-Ghaddar, Abderrahmane Seriai, Ahlame Begdouri, Carole Delenne, Nanee Chahinian, and Mustapha Derras. Combining model-driven engineering and sewerage networks : towards a generic representation. In *2020 6th IEEE Congress on Information Science and Technology (CiSt)*, pages 48–53, 2020.
- [2] R. Qi Charles, Hao Su, Mo Kaichun, and Leonidas J. Guibas. Pointnet : Deep learning on point sets for 3d classification and segmentation. In *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pages 77–85, 2017.
- [3] Angela Dai, Angel X. Chang, Manolis Savva, Maciej Halber, Thomas Funkhouser, and Matthias Nießner. Scannet : Richly-annotated 3d reconstructions of indoor scenes. In *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pages 2432–2443, 2017.
- [4] Andreas Geiger, Philip Lenz, and Raquel Urtasun. Are we ready for autonomous driving? the kitti vision benchmark suite. In *2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 3354–3361, 2012.
- [5] Daniel Maturana and Sebastian Scherer. Voxnet : A 3d convolutional neural network for real-time object recognition. In *2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pages 922–928, 2015.
- [6] Jérôme Pasquet. *Modélisation, détection et classification d'objets urbains à partir d'images photographiques aériennes*. Theses, Université Montpellier, November 2016.
- [7] Lionel Pibre. *Localisation d'objets urbains à partir de sources multiples dont des images aériennes*. Theses, Université Montpellier, November 2018.
- [8] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, and Ali Farhadi. You only look once : Unified, real-time object detection. In *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pages 779–788, 2016.
- [9] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun. Faster r-cnn : Towards real-time object detection with region proposal networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*, 39(06) :1137–1149, jun 2017.
- [10] Xavier Roynard, Jean-Emmanuel Deschaud, and François Goulette. Paris-lille-3d : A large and high-quality ground-truth urban point cloud dataset for automatic segmentation and classification. *The International Journal of Robotics Research*, 37(6) :545–557, 2018.
- [11] Hang Su, Subhransu Maji, Evangelos Kalogerakis, and Erik Learned-Miller. Multi-view convolutional neural networks for 3d shape recognition. In *2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, pages 945–953, 2015.



## ■ IBM et l'IA en France

IBM | **Pierre FEILLET**  
[fr.ibm.com](http://fr.ibm.com) | [feillet@fr.ibm.com](mailto:feillet@fr.ibm.com)

### Introduction

IBM explore et met à disposition des technologies d'intelligence artificielle depuis des décennies.

IBM Research est connue pour ses défis en IA avec *Deep Blue* (1996/1997) pour le jeu d'échecs, *Watson on Jeopardy!* (2011), et depuis 2012, *Project Debater*.

En termes de produits, IBM a créé la gamme Watson, incluant des ateliers de développement et de déploiement de services d'IA. *IBM Watson Machine Learning* permet ainsi de concevoir des modèles de *Machine Learning* (ML), de les entraîner, les tester, et les déployer pour un usage de production. IBM Watson OpenScale permet de mesurer les biais dans des modèles prédictifs, et de contribuer à leur explicabilité. D'autres services *cloud* comme *IBM Watson Assistant* ou *Discovery* apportent des réponses à des besoins verticaux, comme la réalisation d'agents conversationnels. IBM rassemble ces capacités Watson, *big data* et d'optimisation (CPLEX, *Decision Optimization*) sous un produit nommé « *Cloud Pak for Data* », disponible en *cloud* privé et public.

IBM propose également des plateformes d'automatisation des métiers, qui inclut des technologies d'IA symbolique (moteurs de règles et processus), de reconnaissance de contenu à base d'OCR et d'apprentissage automatique dans un produit nommé « *Cloud Pak for Business Automation* ». Ce portefeuille de produits dédiés au cycles de vie de l'IA, de l'automatisation, et de la science des données a pour mission d'aider les entreprises à tirer le meilleur parti de l'intelligence humaine al-

liée à celle de la machine. La vision est celle d'une IA hybride combinant les connaissances humaines et les technologies d'apprentissage automatique, dans une recherche d'efficacité des organisations, dans le respect de la transparence et de la confiance de tous les acteurs.

L'IA est un ensemble clef de technologies de transformation, dont l'adoption demeure coûteuse pour les entreprises. En effet pour transformer leurs aspirations d'IA en résultats, les entreprises doivent d'abord s'attaquer à trois principaux inhibiteurs :

- Les données : elles sont l'élément vital de l'IA, mais leur collecte et leur complexité freinent leur exploitation notamment pour l'analyse descriptive et l'apprentissage automatique. La science des données est au cœur de la transformation IA pour faire évoluer l'IA en toute fiabilité et transparence.
- Les talents : les compétences IA sont rares et très demandées. Il est nécessaire de démocratiser l'IA, en la rendant accessible et maîtrisable pour le plus grand nombre.
- La confiance : Les systèmes et processus d'IA doivent être en mesure de justifier une décision pour être acceptés. Or les modèles d'apprentissage automatiques, notamment les réseaux de neurones, sont à ce jour des boîtes noires.

### Les apports de l'IA en matière d'automatisation

La combinaison de l'IA et de l'automatisation, à savoir l'automatisation intelligente, peut radicalement transformer la manière dont nous collaborons au quotidien. L'automatisation permet de se concentrer sur des tâches



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

à forte valeur ajoutée, en confiant aux machines les tâches répétitives et facilement modélisables par des modèles appris ou de connaissances, pour se concentrer sur le cœur de métier, développer de nouvelles compétences, créer de nouveaux services clients... L'enjeu pour les entreprises est de mieux prévoir les risques et opportunités afin d'améliorer la prise de décision, à la fois fondée sur les données et sur les connaissances. Ainsi, elles pourront :

- Créer des processus intelligents et apprenant, qui automatisent les décisions et les expériences,
- Favoriser une prise de décision autonome et une amélioration continue de leurs processus,
- Identifier les opportunités d'automatisation qui auront un fort impact sur leur performance opérationnelle,
- Prévoir et façonner les résultats futurs,
- Ré-imaginer des modèles métiers plus personnalisés

### Les travaux d'IBM Research en IA

La mise en place de l'IA reste à ce jour limitée, encore restreinte à des usages très spécialisés. L'application aux défis des organisations de modèles appris nécessite une immense quantité de données et de temps de calcul. Nous avons besoin d'une IA plus frugale qui combine différentes formes de connaissances et découvre les relations causales et apprend à la manière d'un être vivant.

Les thèmes principaux d'*IBM Research* en IA dans le monde en 2022 sont :

- L'IA de confiance. Notre confiance dans la technologie repose sur la compréhension de son fonctionnement. Nous devons comprendre pourquoi l'IA prend les décisions. Nous développons des outils pour rendre l'IA plus explicable, juste, robuste, privée et transparente.

- L'automatisation de l'IA. Nous construisons des outils pour aider les créateurs d'IA à réduire le temps qu'ils passent à concevoir leurs modèles. Notre objectif est de permettre aux non-experts de tous les secteurs de créer leurs propres solutions d'IA, sans écrire de code complexe ni effectuer de réglages ou d'optimisations fastidieuses.
- Traitement de la langue. La plupart des informations qui peuvent aider à transformer les entreprises existent sous une forme textuelle, comme des documents, des tableaux et des graphiques. Nous construisons des systèmes d'IA avancés capables d'analyser de vastes corpus de texte pour aider à exploiter ces données.
- Le matériel pour l'IA : Le monde génère de grandes quantités de données chaque jour, et les systèmes d'IA conçus pour donner un sens à tout cela ont constamment besoin d'un matériel plus rapide et plus robuste. Nous développons de nouveaux matériels et architectures pour prendre en charge l'énorme puissance de traitement dont l'IA a besoin pour réaliser son plein potentiel.

Ces travaux sont présentés sur le site IBM <sup>22</sup>.

Un des défis relevé par *IBM Research* est celui de l'IA neuro-symbolique : *IBM Research* voit la convergence et l'hybridation des deux approches, historiquement antagonistes, comme le meilleur chemin, voire le passage obligé, vers une utilisation pratique et répandue de l'IA. En augmentant et en combinant les forces de l'IA statistique, comme l'apprentissage automatique, avec des capacités de représentation de la connaissance et du raisonnement symbolique plus proche de l'intellection humaine, *IBM Research* contribue à créer une révolution dans l'IA, plutôt qu'une évolution.

22. Travaux de *IBM Research* en IA : <https://www.research.ibm.com/artificial-intelligence/>



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## **IBM France, un acteur de l'écosystème Paris-Saclay et de l'innovation en IA en France**

La collaboration entre recherche privée et publique a trouvé depuis 2019 un terrain d'expression sur le pôle scientifique et technologique de Paris-Saclay pour faire avancer la recherche et les applications en matière d'intelligence artificielle et d'automatisation. IBM dispose, au sein du pôle scientifique et technologique de Paris-Saclay, de son laboratoire de co-innovation dédié à l'intelligence artificielle dont les bâtiments peuvent accueillir 350 personnes. Cette implantation à Saclay souligne la volonté d'IBM de faciliter et d'accélérer la synergie et la collaboration scientifiques dans le domaine de l'intelligence artificielle avec le monde académique et les partenaires privés présents sur le plateau (Servier, Thales, Danone, EDF, ...). Toutes ces entités géographiquement regroupées sur un même site pourront travailler avec plus d'échanges. Cette implantation permet non seulement à IBM d'étoffer son écosystème en matière d'innovation mais aussi de favoriser la croissance de cet écosystème sur de nouveaux marchés en France et à l'international. Cette dynamique vertueuse contribue au positionnement de la France comme l'un des leaders dans le domaine de l'intelligence de nouvelle génération et à son attractivité pour les talents et les chercheurs.

### **AIDA : une plateforme combinant IA et automatisation au service de la performance opérationnelle des entreprises**

La plateforme AIDA "*Artificial for Digital Automation*" s'inscrit pleinement dans cette démarche de co-innovation avec l'écosystème local. IBM, l'Université Paris-Saclay, Softeam, Decisionbrain et STET s'allient pour créer «AIDA», un projet structurant pour la compétitivité des entreprises françaises visant à posi-

tionner la France en leader de l'IA opérationnelle en entreprise. Ce projet est piloté par le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI) et opéré par Bpifrance.

Le projet R&D « AIDA » a pour ambition de développer une plateforme d'apprentissage permettant aux entreprises d'améliorer leur performance en intégrant l'intelligence artificielle (« IA ») au cœur de leurs systèmes opérationnels. Le développement « AIDA » bénéficie des plus récentes avancées des chercheurs de l'Université Paris-Saclay.

Ce projet, qui soutient la stratégie IA du Gouvernement et qui réunit des acteurs publics/privés - y compris des entreprises de tailles différentes (Groupe, ETI, PME) et l'Université Paris-Saclay -, doit conduire à positionner la France comme un leader sur le marché de l'IA opérationnelle ainsi que contribuer au rayonnement international de ses laboratoires académiques. Il permet également la création et le maintien des emplois en France dans des domaines à haute valeur ajoutée, et vise à accélérer la croissance des PME et PMI, notamment à l'international.

La plateforme « AIDA », qui combine l'IA et l'automatisation, a pour objectif de permettre aux entreprises participant au projet de :

- trouver de nouvelles possibilités d'automatisation pour augmenter leur productivité ;
- améliorer l'efficacité de leurs systèmes automatisés, notamment en matière de contrôle ;
- prendre de meilleures décisions et proposer de meilleures recommandations.

Ainsi, les collaborateurs de ces entreprises pourront être assistés dans leurs fonctions quotidiennes par des outils d'aide à la décision et par l'automatisation de certaines opérations (par exemple, la planification de la maintenance, la planification des équipes, la préparation de rapports, etc.).



« AIDA » relève simultanément plusieurs défis de l'IA en s'appuyant sur l'excellence scientifique des laboratoires partenaires :

- la validité limitée des données : le contexte et les règles évoluent constamment dans les prises de décisions métiers ce qui limite l'apprentissage automatique et nécessite de développer une IA capable de s'adapter aux changements rapides de son environnement (objectifs, règles, contexte concurrentiel, etc.) ;
- la confiance : la nécessité d'avoir une IA avec des résultats explicables, pouvant faire l'objet de contrôle et d'audit ;
- la complexité du contexte : aucune décision n'étant purement autonome, l'IA doit pouvoir prendre en compte un contexte où les processus et les décisions sont très interdépendants.

Ce projet apporte aux laboratoires des moyens complémentaires de développement et favorise la formation sur le campus Paris-Saclay d'un écosystème technologique autour de la plateforme ouverte « AIDA ».

### **Pôle IBM Research au France Lab de Paris-Saclay**

IBM a renforcé son activité IA en France avec la création d'une équipe Recherche basée à Paris-Saclay.

La nouvelle équipe, aujourd'hui forte de cinq chercheurs (et deux étudiants en thèse), se concentre sur la conception et l'application de nouveaux algorithmes d'apprentissage automatique, en particulier d'induction de règles de décision symboliques à partir de données, algorithmes qui combinent les capacités d'ap-

prentissage de représentations des réseaux de neurones et les capacités de représentations symboliques des algorithmes d'apprentissage de règles. L'autre axe majeur, en ligne avec le projet AIDA, est la sécurisation de l'usage de l'IA, que ce soit par l'estimation de la fiabilité des modèles appris ou par l'intégration de gardes-fous. Le but est de progresser dans l'hybridation de capacités d'IA combinant modèles numériques et modèles symboliques, pour améliorer l'automatisation des entreprises.

### **Conclusion**

IBM France étend son activité R&D en IA en France, avec l'implantation de son laboratoire de co-innovation à Paris-Saclay, et une collaboration avec l'UPS, STET, Decision-Brain et Softeam dans le cadre du programme AIDA.

En complément, IBM France contribue à 3 projets d'instituts 3IA -Toulouse, Nice Sophia-Antipolis et Grenoble et participe ainsi au positionnement de la France comme un des leaders dans le domaine de l'intelligence de nouvelle génération et contribue à son attractivité des talents et des chercheurs.

Enfin, IBM contribue au développement des ordinateurs quantiques, dont les nouvelles capacités de calcul pourront s'avérer cruciales en IA (simulations, calcul intensif, nouveaux algorithmes). Le *IBM Q Hub* en France assure un support mondial pour la plateforme logicielle open source (Qiskit), qui travaille avec les ordinateurs quantiques accessibles dans le *cloud* d'IBM, au sein du réseau *IBM Q* (entreprises, universités...) dans le monde entier, afin de leur permettre de développer des cas d'usage.



**AfIA**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## ■ MONDECA - Knowledge Browser : An Enterprise Tool to Visualize and Share Your Knowledge Graph

**Ghislain ATEMEZING**

MONDECA

*Empower your business with taxonomy and ontology management software*

*R&D Director*

[ghislain.atemezing@mondeca.com](mailto:ghislain.atemezing@mondeca.com)

Par

<http://atemezing.org>

[www.mondeca.com](http://www.mondeca.com)

**Anh HUYNH**

CTO

[anh.huynh@mondeca.com](mailto:anh.huynh@mondeca.com)

### About MONDECA

MONDECA is a software editor specialized in combining semantic technologies and cutting-edge state-of-the-art AI solutions to solve real-world problems. MONDECA software solutions and expertise help companies to bridge the gap between the human language and what the computers understand. In more technical terms, we deliver taxonomy management, content auto-tagging and knowledge visualization standard software, as well as business specific applications based on semantic technologies. Our areas of expertise include natural language processing, graph data, taxonomy management, extraction of information from various media, automatic categorization and classification, search, inferencing and many others.

**Intelligent Taxonomy Manager (ITM)** is Mondeca's comprehensive solution for taxonomy and ontology management as well as artificial intelligence based content tagging. Content Auto-tagging Manager (CAM) is the solution to analyze unstructured content using NLP powered by business taxonomies, classifications rules/inferences and machine learning training and serving at sentence, paragraph or

document level. The missing piece of the puzzle was a tool with powerful search capabilities combined with graphical visualizations to disseminate the structured content generated by ITM and/or CAM.

### The need for a Knowledge Browser

Publishing 5-stars datasets on the Web requires RDF (Resource Description Framework) triple stores as the back-end for managing knowledge graphs. Some most popular endpoints for serving RDF include Virtuoso, Apache Fuseki, GraphDB (Ontotext), and Stardog. However, in some cases in enterprise settings, publishers using graph databases such as property graphs (PG) also need to publish their RDF data assets on the Web. Knowledge Browser (aka KBrowser), a tool for publishing and browsing multilingual RDF knowledge graphs using Neo4J as back-end. The first experiments on loading RDF files show promising results on sample relatively large open RDF datasets. We report two successful deployments of KBrowser for publishing taxonomies on the Web.



## Our Approach

Knowledge graphs (KGs) are critical to many enterprises as they provide the structured data and factual knowledge to enable smart applications [4]. Semantic Web technologies provide open standards to create reference schema or ontology, and the RDF model to generate KGs in terms of triples generally stored in triple stores. In the recent years, graph databases using property graph (PG) models [1] have contributed to partially solved some weaknesses in RDF landscape, such as the ability to easily annotate properties, to make traversal queries and visual appealing graph relations and nodes. RDF triple stores and property graph databases are two approaches for data management which are based on modeling, storing and querying graph-like data. Our research question is the following : How can we integrate a PG database in the publication pipeline of an enterprise KG encoded in RDF? Our contribution is three-fold : (1) We propose a set of mappings from RDF to Neo4J, (2) We implement and evaluate an RDF loader to Neo4J and (3) We showcase two terminology portals on the Web using our proposal.

## Architecture Overview

Knowledge Browser (KBrowser) is deployed on a Web Server. The current Graph Database is Neo4J, with Cypher used as the internal query language. It uses the implementation to load RDF data defined with the mappings proposed by MONDECA. Elasticsearch (ES) is used as the search engine. The REST API module allows transparent management of the repositories, graphs and search strategies. RDF is the exchange data model between the components. The overall architecture is depicted in Figure 1.10. Our implementation of the RDF import into Neo4J is bundled into

KBrowser before the indexation phase by ES.

## Applications scenario

KBrowser is mainly used as a web-based portal to provide read-only access to large audiences of users who need to visualize, search, navigate and browse collections of enterprise data and content. This section reports two successful deployments portals in the domain of finance (TerMef) and eHealth (Bioloinc). The portals are powered by KBrowser and are accessible online.

### TerMef portal

The TerMEF<sup>23</sup> KBrowser is published by the French Ministry of Finance. It supports the publication and dissemination on the Web of the ministry's controlled vocabularies to a broad audience of analysts and domain experts.

The portal offers to users a list of groups of concepts, facets lists and a navigation view as depicted in Figures 1.11a and 1.11b. It is composed of 21 SKOS:ConceptScheme representing different domains. The portal contains nearly 200K triples.

### Bioloinc portal

ASIP Santé (French Agency for Digital Health)'s KBrowser instance is used as the French reference Terminology Server for the publication, dissemination and reuse of the international BIOLOINC terminology. LOINC is a reference terminology created and maintained by the Regenstrief Institute [2]. Nowadays, LOINC is a clinical terminology used for recording health measurements, observations, and documents. The portal<sup>24</sup> supports health stakeholders in implementing consistent indexing of patient records as defined by the nationwide shared medical records initiative. The deployed server uses a maximum memory of 4GB, with

23. TerMEF : <http://terminologie.finances.gouv.fr/>

24. Bioloinc portal : <https://bioloinc.fr/>

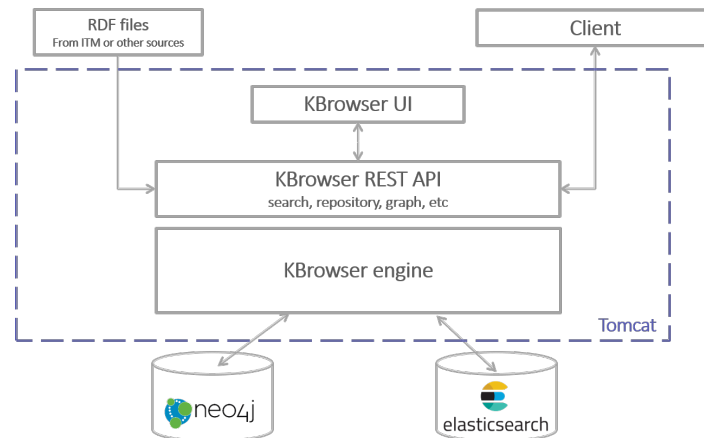
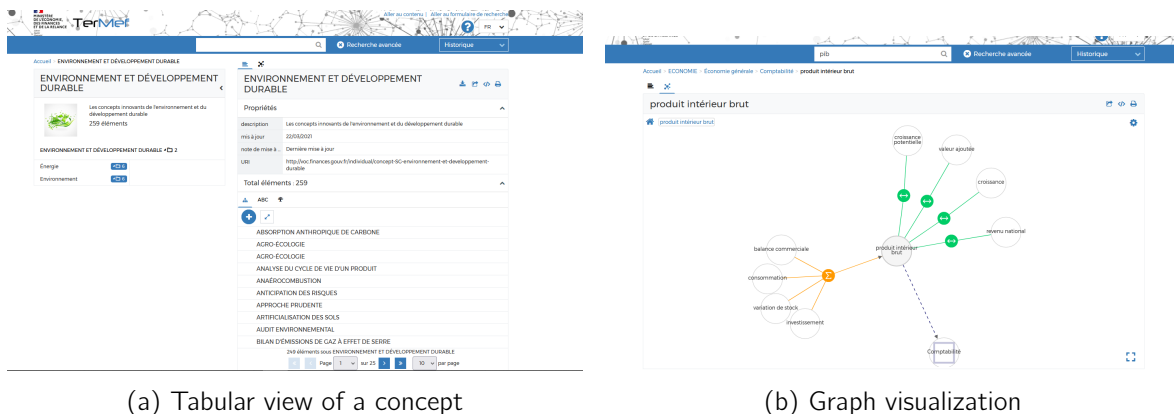


Figure 1.10 – KBrowser Architecture Overview



(a) Tabular view of a concept

(b) Graph visualization

Figure 1.11 – Lists and navigation view

less than 1 million triples. KBrowser serves approximately 54,500 French LOINC terms and almost 1,019 nomenclature of medical biology procedures.

## Conclusion

This work contributes to bridge the gap of consuming RDF datasets in Neo4J, one of the leading graph database management system. We proposed a set of mappings from RDF to Neo4J, with an implementation to load any serialization of RDF for querying in Cypher.

KBrowser is used as a pipeline for publishing RDF enterprise assets, browsing and searching on the Web. We present two portals deployed with the Knowledge Browser.

Future works include the integration of loading RDF-star datasets according to the recent specifications [3], and a thorough evaluation of existing proposals in the literature. The adoption of RDF-star will reduce the gap between RDF and PG databases, but it will not necessarily solve use cases of integrating RDF data into graph databases, or making fully accessible SPARQL endpoints with PG back-ends.

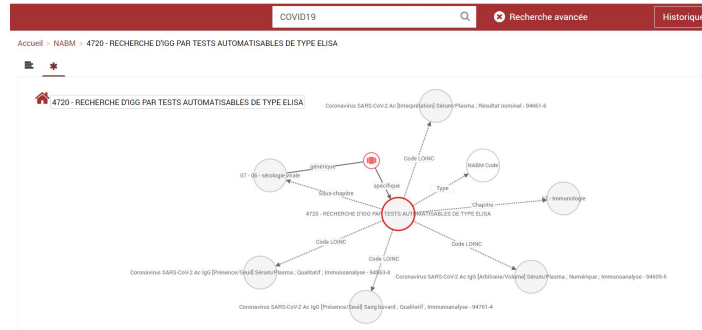


Figure 1.12 – Graph view of a concept to detect IgG

## Références

- [1] Renzo Angles. The property graph database model. In *AMW*, 2018.
- [2] Arden W Forrey, Clement J Mcdonald, Georges DeMoor, Stanley M Huff, Dennis Leavelle, Diane Leland, Tom Fiers, Linda Charles, Brian Griffin, Frank Stalling, et al. Logical observation identifier names and codes (loinc) database : a public use set of codes and names for electronic reporting of clinical laboratory test results. *Clinical chemistry*, 42(1) :81–90, 1996.
- [3] RDF-DEV Community Group. Rdf-star and sparql-star. Technical report, W3C, dec 2021. <https://w3c.github.io/rdf-star/cg-spec>.
- [4] Natasha Noy, Yuqing Gao, Anshu Jain, Anant Narayanan, Alan Patterson, and Jamie Taylor. Industry-scale knowledge graphs : lessons and challenges : five diverse technology companies show how it's done. *Queue*, 17(2) :48–75, 2019.

## ■ Nexter : IA & Systèmes Robotiques

Par

**Bruno RICAUD**

Expert intelligence artificielle et systèmes automatisés  
Nexter Group

[b.ricaud@nexter-group.fr](mailto:b.ricaud@nexter-group.fr)

[www.nexter-group.fr](http://www.nexter-group.fr)

**Cécile JOURDAS**

Experte intelligence artificielle  
Nexter Group

[c.jourdass@nexter-group.fr](mailto:c.jourdass@nexter-group.fr)

[www.nexter-group.fr](http://www.nexter-group.fr)

## Membres

- Aymerick ALLAMELE, Robotique et IA  
Doctorant
- Cécile JOURDAS, Robotique et IA  
Experte IA
- Raphael LORENZO, Robotique et IA  
Ingénieur IA



- Philippe MILLET, IA, Expert IA
- Bruno RICAUD, Robotique et IA  
Expert intelligence artificielle et systèmes automatisés
- Sylvain THOREL, Robotique et IA  
Ingénieur robotique

## Présentation de Nexter



Exemple de systèmes de combat

Nexter est une société du groupe KNDS (KMW+NEXTER Defense Systems), leader européen de la défense terrestre.

Nexter a pour vocation de répondre aux besoins des armées de Terre française et étrangères, à travers la conception, le développement et la production de systèmes complets de défense ; canons d'artillerie et engins blindés.

Systémier intégrateur de défense terrestre et héritier d'un savoir-faire de plus de 250 ans, Nexter est le fabricant d'une longue lignée d'engins tel que le char Leclerc (premier char numérisé), le canon automoteur CAESAR® ou le véhicule de reconnaissance JAGUAR.

Nexter maîtrise un ensemble d'équipements clefs et de solutions, allant des systèmes de combat aux composantes de la numérisation (Robots, interfaces Homme-Machine, calculateurs, logiciels sécuritaires, intelligences artificielles embarquées).



Ultro, premier robot tactique polyvalent entièrement conçu et robotisé par Nexter pour répondre au mieux aux besoins terrain des opérationnels

Dans ce cadre, Nexter offre une gamme étendue de robots aéroterrestres - mini-robots <10 Kg, robots tactiques polyvalents > 300kgs [1], micro-drones < 10 Kg, robotisation de véhicules habités et est le chef de l'équipe française du projet de char futur robotisé MGCS [4]- destinés en priorité aux domaines de la défense et de la sécurité civile, mais aussi à l'éducation et la recherche pour les mini-robots.

Les produits opérationnels sont caractérisés par leur robustesse, leur simplicité d'emploi et leur polyvalence. Au-delà de leurs capacités natives d'observation Jour / Nuit, ils peuvent recevoir de nombreux « kits » destinés à étendre les missions accessibles : Reconnaissance, lutte anti-explosifs, surveillance autonome de sites, etc.

Par ses développements de robots et l'intelligence qu'ils embarquent, Nexter travaille à la transformation des robots - outils individuels - pour atteindre les systèmes hybrides - habités / inhabités - tendant à la symbiose. Ces systèmes feront la part belle à la coopération Humain-Machine et l'automatisation de tâches élémentaires.



## Spécificité du domaine militaire terrestre aujourd'hui

Dans le domaine militaire terrestre, la mobilité autonome bénéficie de plus en plus des avancées en intelligence artificielle [2][1], associées aux techniques de robotique traditionnelle. La principale difficulté reste cependant le domaine d'emploi de ces plateformes destinées à évoluer dans des environnements déstructurés, changeants et non coopératifs. De plus, pour répondre au contexte opérationnel, ces systèmes doivent évoluer en temps réel et avoir une forte capacité d'adaptation, de manière à permettre leur déploiement dans des zones très variées.

Pour répondre aux problématiques de conduite autonome en environnement militaire terrestres, il est nécessaire de traiter les deux sujets suivants : la navigation locale (évitement d'obstacles, comportements sensorimoteurs de suivi, ...) et la navigation globale sans GPS (cartographie, relocalisation, sémantique d'environnement) [3].

Les conditions sus-citées impliquent une multitude de cas à gérer, et donc une combinatoire de plus en plus importante, une nécessité de robustesse aux changements d'échelles, aux bruits (environnements non-contrôlés) et aux informations partielles (occultations, erreurs, ...).



Exemple d'environnement opérationnel déstructuré

Aussi, la capacité d'adaptation devient primordiale et les algorithmes d'apprentissage machine tel que l'apprentissage profond ou par renforcement sont des candidats idéaux.

## Activités de Nexter en intelligence artificielle et en systèmes robotiques

Nexter recherche et développe des solutions visant à répondre aux spécificités du milieu militaire terrestre. Pour cela, ses équipes travaillent sur un ensemble de projets en favorisant les partenariats. Parmi les problématiques ciblées, on peut ainsi citer :

- au plus bas niveau, la perception et l'analyse de l'environnement du robot, qu'il s'agisse de détection d'objets mobiles ou d'obstacles, mais aussi d'analyses de praticabilité et de traversabilité du terrain d'évolution ;
- à plus haut niveau, la réalisation de missions complexes par des essaims de robots hétérogènes, notamment dans le cadre du projet SERBERE, avec Masa Group, ou de la chaire IA mise en place avec le CREC ;
- la collaboration Humain-Machine afin de simplifier les échanges et l'intégrations des plateformes dans les bataillons. Ces travaux englobent de nombreux aspects et visent à :
  - leur donner des capacités de synthèse (multitude de données et de cas à présenter) pour offrir « La bonne information au bon moment » aux opérateurs,
  - déployer différents modes d'interaction. A ce titre, un projet mené avec la société AIRUDIT ouvre la voie à l'échange par phonie avec des engins robotisés en milieu fortement bruyé. De même, des travaux avec la société VIDETICS visent à détecter la posture et l'intention de personnel militaire pour, comme première application, un suivi de leader efficace, sûr et réactif,
- la validation et certification d'algorithmes



impliquant des réseaux de neurones, via des échanges avec la société Numalis, ou des travaux sur l'explicabilité et l'interprétabilité des algorithmes pour rendre intelligibles les processus décisionnels des systèmes, là encore avec le projet SERBERE ;



Illustration du cas du suivi de chemin rural, non balisé et caractérisé principalement par des ornières

- l'embarquabilité des capacités de calcul tant sur le plan énergétique, d'encombrement (FPGA (processeurs reprogrammables), Processeur neuronaux) que sur les spécificités du terrestre : Résistance à de fortes vibrations, des températures ex-

trêmes, une forte humidité, des perturbations électromagnétiques et à la menace Cyber.

Par ailleurs, les travaux effectués dans le cadre du projet européen iMugs<sup>25</sup> en coopération avec 17 industriels permettront le développement de plateformes robotisées modulaires facilitant ainsi l'interopérabilité, l'intégration de fonctions de différentes sources et une autonomisation plus rapide et efficace de ces plateformes.

## Références

- [1] Cécile JOURDAS. Les problématiques de mobilité autonome des robots tactiques polyvalents. In *Colloque Les données de l'Intelligence Artificielle dans le champ de bataille*, CREC, 2020.
- [2] Cécile JOURDAS and Bruno RICAUD. Robots tactiques polyvalents, vers la réalisation de missions complexes en autonomie. In *Applications Pratiques de l'Intelligence Artificielle (APIA)*, Bordeaux, 2021.
- [3] Bruno RICAUD. Les enjeux liés à l'intelligence artificielle. *DSI, hors série 65, Intelligence Artificielle et Défense*, 2019.
- [4] Bruno RICAUD. Mobilité tactique de cavalerie mgcs. In *Colloque l'ingénierie comportementale au sein de l'IA*, CREC, 2021.

25. voir le site [www.nexter-group.fr](http://www.nexter-group.fr)



## ■ NukkAI

Par

**Jean-Baptiste FANTUN**

*NukkAI*

[jbfantun@nukk.ai](mailto:jbfantun@nukk.ai)

**Véronique VENTOS**

*NukkAI*

[vventos@nukk.ai](mailto:vventos@nukk.ai)

**Marie-Christine ROUSSET**

*IMAG*

[marie-christine.rousset@imag.fr](mailto:marie-christine.rousset@imag.fr)

### Thématique générale de l'entreprise

Né en mai 2018, NukkAI est un laboratoire privé d'intelligence artificielle situé à Paris, dont l'objectif scientifique est de construire des algorithmes qui prennent des décisions optimales tout en 1) fournissant la justification de ces décisions 2) tenant les humains au courant. Cet objectif très ambitieux nécessite le développement d'une IA hybride et explicable. NukkAI utilise le jeu de bridge comme banc d'essai pour nos approches innovantes et tire parti de méthodes innovantes d'IA explicable sur plusieurs secteurs d'activité, combinant à la fois des approches « axées sur la mission » et « axées sur le marché ».

### Description des travaux

Les 24 et 25 mars 2022, le laboratoire NukkAI créé par Véronique VENTOS (*Head of research*) et Jean-Baptiste FANTUN (CEO) a défrayé la chronique tant spécialisée que généraliste. Ses équipes, au premier rang desquelles *TristanCazenave*, chercheur en informatique et professeur à l'Université de Paris-Dauphine, ont en effet créé un algorithme qui a battu huit champions du monde de bridge, invités pour l'occasion à Paris. Les matchs consistaient en un sous-problème spécifique du bridge et ont vu la machine s'imposer dans 83% des 800 parties jouées. La valeur de ce challenge ne tient

pas seulement en cette performance, dans le cadre d'un jeu aux caractéristiques proches de la vie réelle par de nombreux aspects. L'algorithme utilisé touche également deux aspects de l'intelligence artificielle à fort enjeu : l'hybridation symbolique-numérique et l'explicabilité. Nous vous proposons dans ce qui suit un aperçu du fonctionnement de Nook, le robot bridgeur créé par NukkAI à l'occasion de ce challenge, sous la plume de Marie-Christine ROUSSET, professeur d'informatique à l'Université Grenoble Alpes, co-responsable de la chaire "Explainable and Responsible AI" de l'institut Grenoblois d'IA (MIAI) et membre d'honneur de l'AFIA depuis 2005.

Le bridge est un jeu de cartes dans lequel une équipe de 2 joueurs essaie d'atteindre un objectif commun appelé un « contrat » déterminé au cours de la phase des enchères. Réaliser un contrat consiste à faire au moins un nombre de plis face à une équipe adverse qui va collaborer selon des règles codifiées pour essayer de faire chuter le contrat. À la différence des jeux de plateaux comme les échecs ou le go, le bridge est un jeu à information incomplète. Au départ, chaque joueur ne connaît que les 13 cartes qu'il a en main. Au cours de la partie, en raisonnant sur les informations transmises pendant la phase des enchères et sur les cartes jouées à chaque pli, chaque joueur peut



restreindre ses hypothèses sur les cartes restant en jeu mais il doit prendre ses décisions (choisir la carte à jouer à chaque pli) sans la connaissance complète des cartes restant en main de son partenaire ou de ses adversaires. Bien jouer au bridge implique de maîtriser différents types de compétences :

- Faire des déductions (si tel joueur a joué telle séquence de coups, il a ou n'a pas telle carte)
- Émettre et réviser des hypothèses (tel adversaire a au moins 5 cartes à Pique ou n'a plus de cartes à Cœur)
- Anticiper un certain nombre de coups probables de l'équipe adverse
- Évaluer les probabilités des différentes mains adverses possibles pour guider la prise de risque et calculer l'espérance de gain dans le choix des coups à jouer.

L'intelligence artificielle hybride de Nook, en tirant parti de la force combinée d'approches d'IA symbolique et de techniques d'IA numérique, a réussi à surpasser le niveau de 8 champions de bridge de niveau mondial sur plusieurs centaines de parties dont le contrat (3 Sans-Atout) résultait d'une séquence d'enchères donnée (1 Sans-Atout – Passe – 2 Sans-Atout – Passe – 3 Sans-Atout). La force de Nook est d'explorer de façon intelligente un arbre de jeu avec des mondes possibles en s'appuyant sur deux techniques complémentaires :

- Raisonnement automatique sur des règles
- Apprentissage automatique à partir d'un échantillon de parties déjà jouées afin d'apprendre la stratégie des adversaires.

### **Exploration de l'arbre de jeu des mondes possibles : combinaison d'une exploration Monte Carlo et de Deep Learning**

À la différence de jeux à information complète (comme les échecs ou le go), dans un arbre de jeu pour le bridge les coups adverses

possibles en riposte au choix d'un coup par le robot (à partir d'un nœud Max de l'arbre de jeu) dépendent des cartes des mains adverse, qui ne sont pas connues par le robot. Pour chaque nœud Min de l'arbre (c'est-à-dire un nœud qui modélise les ripostes des adversaires), Il faut donc générer des mondes possibles (les mains possibles des adversaires), et pour chacun explorer les ripostes possibles ou probables des adversaires à la carte jouée par le robot. L'algorithme d'exploration de l'arbre de jeu des mondes possibles de Nook est une extension de l'algorithme AlphaMu [2] développé par Tristan CAZENAVE et Véronique VENTOS (et optimisé dans [1]), qui combine une exploration de type Monte Carlo (fondée sur la génération aléatoire d'un certain nombre de mains possibles des adversaires) avec un réseau de neurones ayant appris, par entraînement sur des milliers de parties du même type de contrat, le meilleur coup de défense adverse dans chaque monde possible. Les données d'entraînement sont obtenues à partir de 10000 parties jouées par WBridge5 contre lui-même. Wbridge5 est multi champion du monde des robots de bridge dans le cadre de compétitions opposant uniquement des robots. Le réseau de neurones utilisé, de type ResNet10, n'est pas très gros, et la taille de l'ensemble des données d'entraînement est raisonnable. De ce fait, l'étape d'entraînement, réalisée sur l'ordinateur Jean Zay du CNRS, a demandé 200000 fois moins de ressources de calcul que l'entraînement du réseau de neurones utilisé dans AlphaGo de DeepMind, qui a battu le master joueur de go Lee SEDOL en 2016.

### **Raisonnement sur des règles pour restreindre la combinatoire et expliquer les décisions**

Les règles fournies à Nook modélisent les connaissances d'un joueur de bridge, pour inférer, à partir de la séquence des enchères, des





**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

contraintes positives ou négatives sur les mains des différents joueurs. Par exemple, une enchère 2 Sans-Atout du partenaire, après une ouverture 1 Sans-Atout suivi de Passe de l'adversaire Ouest (qui parle en second), implique que le partenaire n'a pas de majeure ou a une distribution régulière. Ces règles sont interprétables par les humains (car exprimées avec des concepts qui font sens pour les joueurs comme « majeure » et « distribution régulière ») et exploitables par la machine à qui on a fourni le lien entre ces concepts abstraits et des distributions concrètes de mains. Par exemple, la machine sait qu'il y a trois types de « distributions régulières » (5-3-3-2, 4-3-3-3 ou 4-4-3-2). La première correspond à des mains comportant une couleur (Pique, Cœur, Carreau ou Trèfle) de 5 cartes, deux couleurs de 3 cartes et une couleur de 2 cartes. À partir de la connaissance abstraite et inférée qu'une main a une distribution régulière de type 5-3-3-2, on peut générer automatiquement toutes les mains concrètes correspondantes (et leurs probabilités) en fonction des cartes que l'on a dans sa propre main et, au fur et à mesure de la partie, des cartes jouées par les différents joueurs. On comprend donc bien l'intérêt des règles pour restreindre

au fil du temps les mondes possibles et ainsi guider la génération aléatoire au cœur de l'exploration arborescente de type Monte Carlo.

L'autre intérêt de ces règles est qu'elles peuvent être utilisées pour expliquer, à tout moment de la partie, la vision à haut niveau et probabiliste des mains cachées des adversaires. En effet, au bridge, répondre à des questions du type « pourquoi avoir joué cette carte ? » fait partie des règles de bonne conduite pour vérifier en particulier qu'il n'y a pas de tricherie de la part d'un joueur ou qu'un coup n'est pas juste un coup de chance. Le bridge n'est pas le poker. . .

## Références

- [1] Tristan Cazenave, Swann Legras, and Véronique Ventos. Optimizing  $\alpha\mu$ . In *2021 IEEE Conference on Games (CoG)*, pages 1–8, 2021.
- [2] Tristan Cazenave and Véronique Ventos. The  $\alpha\mu$  search algorithm for the game of bridge. In Tristan Cazenave, Olivier Teytaud, and Mark H. M. Winands, editors, *Monte Carlo Search*, pages 1–16, Cham, 2021. Springer International Publishing.

## ■ Société Générale : Pour une intelligence artificielle « digne de confiance »

Par **Bernard GEORGES**  
Société Générale  
[bernard.georges@socgen.com](mailto:bernard.georges@socgen.com)

**Christelle LAUNOIS**  
Société Générale  
[christelle.launois@socgen.com](mailto:christelle.launois@socgen.com)

### Introduction

Au cœur des enjeux de transformation et de digitalisation de nos sociétés et de nos économies, l'intelligence artificielle (IA) est un domaine d'innovation nécessitant une attention

particulière, en raison de son caractère spécifique — le cognitif, et de ses implications éthiques. Stimulé par la disponibilité de données de plus en plus abondantes, par des puissances de calcul de plus en plus élevées et par



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

l'essor des sciences cognitives, le développement de l'intelligence artificielle est rapide dans un nombre toujours croissant de secteurs et de cas d'usages, permettant notamment d'enrichir, en qualité et en intensité, les interactions de l'entreprise avec ses parties prenantes. Dans ce contexte, les technologies d'intelligence artificielle sont autant d'opportunités d'amélioration de l'expérience client (proximité, fluidité, personnalisation, etc.), d'augmentation de la productivité et du bien-être des collaborateurs (prise en charge par l'IA des tâches les plus répétitives permettant aux collaborateurs de se consacrer aux tâches les plus créatives ou à plus haute valeur ajoutée), mais aussi de renforcement des fonctions de conformité et de gestion des risques pour s'adapter notamment à des problématiques de plus en plus complexes (lutte contre le financement du terrorisme, lutte contre le blanchiment, lutte contre la fraude, etc.). Pour autant, comme pour toute nouvelle technologie, l'usage de l'intelligence artificielle soulève des questions d'ordre éthique. Avant de les aborder, encore faut-il définir ce qu'est l'IA aujourd'hui et ce qu'elle n'est pas, et en conséquence, s'affranchir d'imaginaires futuristes, hors de portée avant plusieurs décennies, nourris par de nombreux ouvrages et films de science-fiction, faisant potentiellement de l'IA un « sujet », autrement dit une entité consciente autonome dotée d'intentionnalité, en somme une égale ou une rivale de l'homme. Or, nous ne serons pas, pour le meilleur ou pour le pire, face à ce type d'IA avant de très nombreuses années. En effet, les Intelligences Artificielles conçues et développées aujourd'hui, partout dans le monde, ne sont que des « objets techniques », donc potentiellement rien d'autre — mais c'est évidemment déjà considérable — qu'un « objet auxiliaire » de l'intelligence humaine. Dès lors la question n'est pas de savoir quelle place ou quelle autonomie l'intelligence artificielle laissera à l'homme.

L'IA n'étant qu'un « objet », cette question n'est pas fondée, car l'IA ne peut rien vouloir par elle-même. En revanche, l'on doit s'interroger pour savoir quels sont les usages de l'IA que les hommes ou les organisations humaines, agissant en responsabilité, s'autoriseront ou s'interdiront. Se posent alors, comme pour tout type de système technique mobilisé par l'homme, les questions de la gouvernance, des contrôles et de la supervision, allant de la sélection et de la conception des projets jusqu'au développement et à la mise en production des systèmes d'IA. Et bien évidemment, l'on retrouvera les questions et les points d'attention habituels liés à l'usage — ou au non-usage — responsable de la technologie : le respect des droits fondamentaux, le respect de la vie privée, le respect de la confidentialité des données, la prévention des stéréotypes sociaux et culturels, la prévention des décisions discriminatoires, la supervision humaine et l'explicabilité des décisions proposées par la machine, etc. De par sa relative nouveauté, et l'apparition de cas d'usage inédits, le développement et la mise en œuvre de l'IA nécessitent une réflexion, des actions et un cadre collectifs. En tant qu'entreprise responsable, Société Générale veille à apporter des réponses permettant de défendre les intérêts de toutes ses parties prenantes : clients, collaborateurs, régulateurs, actionnaires, etc. Conscients de l'importance du sujet de l'IA, de son ampleur ainsi que de ses enjeux, nous avons lancé au sein de Société Générale un groupe de travail, composé d'experts (métiers, IT, *data scientists*, RH, juridique, etc.) pour forger des convictions, dégager des principes d'actions et des lignes de conduite, afin de promouvoir au sein de notre entreprise une approche de l'IA innovante, robuste et éthique. A ces enjeux fait écho la raison d'être du Groupe « Construire ensemble avec nos clients un avenir meilleur et durable en apportant des solutions financières respon-



sables et innovantes ». Les lignes qui suivent sont le fruit de ce travail réalisé en commun.

### **Acceptabilité de la technologie et besoin de pédagogie**

L'acceptabilité sociale de la technologie, incluant naturellement l'intelligence artificielle, dépend pour beaucoup de deux facteurs, d'une part, de la capacité effective des entreprises de toutes tailles, publiques ou privées, d'en maîtriser la mise en œuvre et les effets et, d'autre part, du degré de culture théorique et pratique, scientifique, technique et industrielle, irriguant la société, entourant les innovations les plus récentes, parmi lesquelles l'intelligence artificielle. Par ailleurs, il faut constamment garder à l'esprit que, depuis plusieurs décennies, la forte impression laissée sur le public par des œuvres renommées de science-fiction (livres, films, séries télévisées), faisant de l'intelligence artificielle une entité (un « personnage ») aux décisions autonomes, échappant à la maîtrise ou au contrôle humains, alimente encore beaucoup les craintes et l'imaginaire collectifs. Dans un tel contexte, il est d'une grande importance, pour atteindre un bon niveau d'acceptabilité sociale de l'intelligence artificielle, que tous les acteurs en responsabilité, allant des académiques aux entreprises jusqu'aux pouvoirs publics, fassent un effort substantiel de pédagogie, pour démythifier l'IA, et pour expliquer et rendre concret, dans la réalité opérationnelle d'aujourd'hui, ce qu'est l'IA – tout autant que ce qu'elle n'est pas, et ce que son usage peut apporter comme valeur ajoutée à l'individu et à la société.

### **Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?**

Bien que la définition de l'intelligence artificielle (IA) ne fasse pas encore totalement consensus dans les milieux industriels et acadé-

miques ou pour les régulateurs, le Groupe Société Générale a choisi de retenir la définition suivante inspirée directement du CIGREF : « On peut définir un système d'intelligence artificielle, comme un ensemble de technologies, visant à répliquer des capacités cognitives humaines, pour atteindre les objectifs qui lui sont assignés, en tenant compte des contraintes et des obstacles de l'environnement. » De fait, cette définition fonctionnelle permet d'envisager toute une gamme de systèmes dits « intelligents », allant d'algorithmes relevant d'une logique prédictive (*machine learning*, *big data & analytics*, capacité de corrélérer et de mémoriser, donc d'apprendre et de prédire), incluant les multiples capacités de reconnaissance et d'analyse (textes, images statiques et dynamiques, voix), jusqu'à des algorithmes plus prospectifs (*machine reasoning*, algorithmes exploratoires, systèmes multi-agents combinés au *deep learning*, capacité de prospecter et d'abstraire, donc de comprendre et de s'adapter). Ces derniers marqueront probablement une nouvelle étape dans l'évolution de la « relation client » (assistants intelligents empathiques en soutien aux conseillers clientèle par exemple). Le schéma de la Figure 1.13 présente, de manière synthétique, une mise en correspondance de la cognition humaine et de la cognition artificielle selon les différents niveaux de la cognition.

L'IA ainsi définie<sup>26</sup> exclut de fait toute référence même implicite à l'éventuelle émergence d'une « intelligence artificielle dite forte » ou « conscience artificielle » (capacité de penser, donc de ressentir et de subjectiver). Dépourvue d'intentionnalité, elle ne peut donc être considérée que comme un « objet technique » parmi d'autres, et non comme une entité douée d'une quelconque autonomie. En conséquence, il est essentiel de souligner, pour une bonne compréhension des enjeux, qu'une telle intelligence ar-

26. La définition retenue (« pour atteindre les objectifs qui lui sont assignés ») exclut de son champ tout système doté d'intentionnalité (« susceptible de s'assigner ses propres objectifs »)

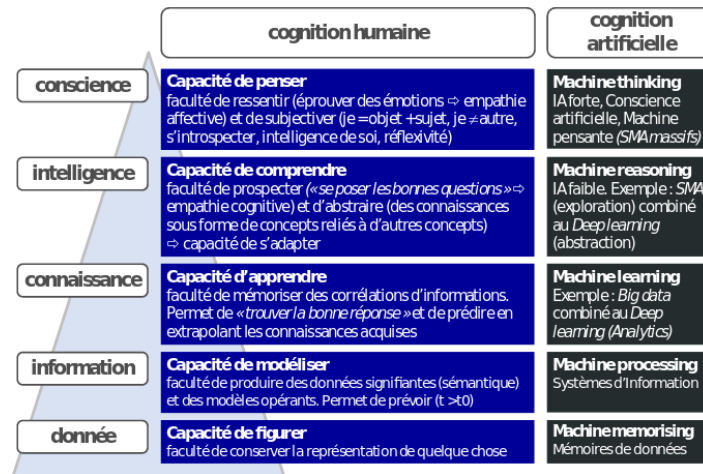


Figure 1.13 – Les 5 niveaux de la pyramide cognitive Bernard Georges, prospectiviste, chargé de mission, Société Générale : Plus un système d'IA se situe vers le sommet de la pyramide, plus l'intelligence artificielle est qualifiée de « forte », c'est-à-dire intègre des attributs cognitifs humains

tificielle ne fait jamais rien, ni ne peut jamais rien, par elle-même, et que seule son utilisation par un humain ou une organisation humaine lui permet de produire des effets.

### L'intelligence artificielle est un artefact

Rappelons aussi que, comme tout objet « façonné » par l'Homme, un système d'intelligence artificielle est un artefact aux propriétés uniques. Il constitue ainsi un phénomène – un objet technique et social à la fois – créé de toutes pièces par les conditions expérimentales (contextes, périmètres d'apprentissage et d'utilisation ; objectifs et profils des concepteurs, développeurs et utilisateurs ; facteurs psychologiques ; représentations sociales et culturelles ; etc.) qui président à son existence et à son fonctionnement. Le philosophe Gilbert SIMONDON<sup>27</sup> a mis en évidence que « la technique doit être comprise en tant que médiateur et non en tant qu'instrument », et qu'il s'agit de faire apparaître « tout ce qu'il y a

d'humain dans l'objet technique », en prenant conscience que « l'objet technique, en tant que produit des sociétés humaines, incorpore toujours, des représentations, des valeurs et des rapports de force. »

Comme pour tout autre type de système technique, selon que ces conditions sont ou non suffisamment perçues et analysées, le système d'IA est susceptible de faire apparaître, en cours d'utilisation, des effets inattendus ou indésirables, parfois peu perceptibles en phase de conception. Il est donc d'une grande importance qu'un tel système, à l'instar des autres technologies, soit élaboré par des équipes multi-compétences (métiers, IT, risques, conformité, RH, etc.) ouvertes sur un large champ de savoir (mathématique, technique, sciences humaines et sociales, philosophie, etc.).

27. Du mode d'existence des objets techniques » (Éd. Aubier-Montaigne, 1958)



## Qu'est-ce que l'IA digne de confiance ?

L'intelligence artificielle digne de confiance, notion introduite par le groupe d'experts sur l'intelligence artificielle constitué par la Commission européenne, comporte trois éléments : (I) elle doit être licite, en assurant le respect des législations et réglementations applicables ; (II) elle doit être éthique, en assurant l'adhésion à des principes et valeurs éthiques ; (III) elle doit être robuste, sur le plan tant technique que social car, même avec de bonnes intentions, l'utilisation des systèmes d'IA peut causer des préjudices involontaires<sup>28</sup>.

## Qu'est-ce que l'éthique ?

L'éthique (du grec « ethos ») renvoie à l'idée d'un comportement (l'éthique suppose un choix ou une action s'inscrivant dans le réel pour agir sur le réel) juste et équitable :

**juste** cf. la double idée de justice (les actions humaines doivent être approuvées ou rejetées en fonction de leur mérite au regard d'une norme de jugement des comportements) et de justesse (qualité de quelque chose qui est bien réglé, exact)

**équitable** qui ne lèse personne, qui règle sa conduite sur le sentiment naturel du juste et de l'injuste.

Rechercher ce qui est juste, dans une situation donnée, suppose une mise en regard, d'au moins deux éléments : a. un ensemble de repères : les principes issus du droit et les principes issus de valeurs (les valeurs réputées universelles nommées habituellement les « vertus » (l'honnêteté, la prudence, le courage, la douceur, la générosité, la sympathie, etc.) mais aussi les valeurs qui correspondent à la « raison d'être ou la raison d'agir » d'une entreprise ou d'une organisation) ; b. une réalité vécue : un contexte, des contraintes, des faits, des pra-

tiques, des relations. Cette recherche de ce qui est juste nécessite une démarche d'appropriation, de confrontation de points de vue, de délibération et de construction d'un chemin, à travers un dialogue raisonnable (*i.e.* fondé sur la raison, le bon sens, la mesure et la réflexion). L'éthique, en soumettant ses choix et ses actions à l'approbation du collectif, renvoie à l'humanité, par opposition à l'universel et à l'intemporel : il n'y a pas de vérité éthique déjà établie, valable à l'identique, en tout lieu, en tout temps ou en toute circonstance (contexte, profession, etc.).

*« L'éthique est la recherche, au travers d'un dialogue raisonnable, d'une mise en pratique la plus juste possible de principes relevant de valeurs et du droit. »*

## Principe de neutralité technologique

Comme évoqué dans la définition de l'intelligence artificielle retenue plus haut, il convient de rappeler qu'il n'existe pas aujourd'hui de technologie capable de « penser ». En conséquence, l'IA à laquelle nous faisons référence n'est par essence qu'un objet technique, plus précisément, une technologie parmi d'autres avec des spécificités qu'il s'agit de préciser. Nous réaffirmons donc le principe de neutralité technologique, qui implique que les technologies d'intelligence artificielle soient appréhendées de la même manière que n'importe quelle autre technologie. Il est important de rappeler qu'à ce jour aucune intelligence artificielle n'est en mesure de prendre des décisions, et que seule une entité réputée responsable (humain, organisation humaine) est susceptible de le faire.

## Qu'est-ce qu'une décision ?

Compte tenu de l'état actuel de la technologie, aucun résultat de calcul produit par

28. Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance, Groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle constitué par la Commission européenne, avril 2019, p. 6



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

un quelconque objet technique ne saurait à ce jour être qualifié de décision, en particulier à l'égard des parties prenantes de l'entreprise (client, collaborateur, etc.). Selon le sens commun et le dictionnaire, une décision<sup>29</sup> est : (I) un jugement qui apporte une solution, (II) la fin d'une délibération (examen conscient et réfléchi) dans un acte volontaire de faire ou de ne pas faire quelque chose. Dans tous les cas, une décision suppose la présence et l'intervention d'une entité consciente. Aussi, aucune machine, quand bien même il s'agirait d'intelligence artificielle – il n'y a pas d'IA « forte » à ce jour – ne saurait produire de décision. Seule l'intégration de résultats de calcul dans un processus de décision multifactoriel, faisant intervenir simultanément à travers un cadre de gouvernance plusieurs déterminants (contexte, objectifs, règles de l'art, cadre réglementaire, résultats produits par les machines ou communiqués par des humains ou d'autres machines, etc.), placé sous la responsabilité d'une entité réputée responsable (personne physique ou morale, mais pas une machine : la notion de « personne robot » n'existe pas en droit) est susceptible de produire et de valider une décision. Dans tous les cas, quelles que soient sa dynamique et son « épaisseur » (processus plus ou moins *pass-through*), ce processus de décision est réputé exister et fait de l'humain, ou de l'organisation humaine, en charge de veiller à sa bonne exécution le seul responsable des décisions qui en sont issues.

## Dix principes pour une intelligence artificielle digne de confiance

**Garantie humaine et contrôle humain**  
S'assurer, en phase d'avant-projet, du bien-fondé éthique des projets d'intelligence artifi-

cielle, tant du point de vue de leur existence que de leurs conditions de mise en œuvre. Exercer une supervision humaine tout au long du cycle de vie des systèmes d'intelligence artificielle. Veiller à ce que la mise en œuvre des systèmes d'intelligence artificielle soit respectueuse du libre arbitre des utilisateurs.

**Robustesse technique et sécurité** Tout au long de leur cycle de vie, s'assurer que les systèmes d'intelligence artificielle respectent des critères de fiabilité, de sécurité et d'intégrité.

**Respect de la vie privée et Gouvernance des données** De manière générale, et en particulier lors de l'utilisation des produits et services reposant sur des systèmes d'intelligence artificielle, protéger la vie privée et les données à caractère personnel.

**Transparence** Mettre à disposition des utilisateurs des kits d'information, adaptés à leurs profils, permettant de comprendre tant les caractéristiques générales, la finalité et le périmètre d'utilisation des systèmes d'intelligence artificielle, que les dispositifs de gouvernance qui les encadrent. Informer les utilisateurs lorsqu'ils interagissent avec des chatbots, plus généralement des agents conversationnels.

**Diversité, Non-discrimination et Équité**  
Lorsqu'on développe ou met en œuvre des systèmes techniques, y compris d'intelligence artificielle, le faire en respectant des principes d'inclusion, de diversité et de non-discrimination.

**Bien-être social et environnemental**  
Comme pour toutes les technologies, viser l'efficacité énergétique des systèmes d'intelligence

29. même s'il est très répandu, l'emploi du mot décision dans le contexte d'un système informatique reposant sur des instructions conditionnelles (du type « if (condition) code à exécuter si la condition est vraie else sinon exécuter ... ») est, au sens strict, un abus de langage au sens où la machine, ne faisant qu'exécuter un programme, ne décide rien par elle-même.



artificielle, en ligne avec la responsabilité sociale et environnementale de l'entreprise. Préparer et accompagner les évolutions RH (com-

pétences, métiers) liées au développement et aux usages des systèmes d'intelligence artificielle.

## ■ L'intelligence artificielle à Thales

*Thales*  
*Identité et sécurité numériques, défense,*  
*aéronautique, espace, et transport*  
[www.thalesgroup.com](http://www.thalesgroup.com)

**Juliette MATTIOLI**

[juliette.mattioli@thalesgroup.com](mailto:juliette.mattioli@thalesgroup.com)

**Patricia BESSON**

[patricia.besson@thalesgroup.com](mailto:patricia.besson@thalesgroup.com)

### **Thales, acteur majeur de la recherche et développement**

Fort de 25000 ingénieurs travaillant dans la recherche et développement (R&D) dont 80% dans des environnements numériques, Thales est d'ores-et-déjà un acteur majeur du digital dans ses secteurs d'activité : aéronautique, spatial, transport terrestre, défense et sécurité. Ce groupe industriel français consacre près de 20% de son chiffre d'affaires en R&D pour concevoir et développer les systèmes d'informations critiques de demain. Les quatre technologies clés du Groupe sont :

- Les technologies du matériel : électronique, électromagnétisme, optronique, acoustique, techniques radiofréquence, maîtrise des contraintes thermiques ;
- Les technologies du logiciel : calculateurs de traitement, systèmes embarqués temps réel, systèmes distribués, architectures orientées services, ingénierie dirigée par les modèles, cybersécurité ;
- Les sciences de l'information et de la cognition : big data, systèmes autonomes, environnements synthétiques, facteurs humains et intelligence artificielle (IA) ;
- Les systèmes : conception architecturale des systèmes, méthodologie, processus outillés et expertise.

Avec l'acquisition stratégique du néerlan-

dais Gemalto, le Groupe a atteint 19 milliards d'euros de chiffre d'affaires en 2018. Bénéficiant de dépenses en hausse sur ses marchés stratégiques, Thales assure une croissance forte. Ses excellents résultats lui permettent ainsi d'obtenir une capacité d'autofinancement en R&D de plus de 879 millions d'euros. Les activités de Recherche & Technologie de Thales mobilisent environ 3000 personnes, dont 200 doctorants, ainsi qu'un réseau international de centres de recherche à vocation transversale (*TRT : Thales Research & Technology*).

TRT est un réseau de laboratoires internationaux. Ce réseau a vocation à établir des relations privilégiées avec les principaux acteurs de la recherche pour engendrer des ruptures technologiques pour Thales mais aussi réaliser des levées de risque technologiques au travers de preuves de concept (*Proof of Concept – PoC*) pour le reste du groupe. Les laboratoires de TRT sont implantés en France, en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas, à Singapour et au Canada.

En ligne avec la stratégie du Groupe de devenir un leader mondial en Intelligence Artificielle (IA) dans le domaine des systèmes critiques, le site de Palaiseau où se situe TRT-FR regroupe une cinquantaine d'ingénieurs-chercheurs ayant une solide expérience en IA. Ceux-ci relèvent les défis scientifiques et techniques liés à l'introduction de ces nouvelles



Figure 1.14 – Frise temporelle de l'IA dans Thales

technologies dans les produits et services développés par le Groupe.

## L'IA, un des pilier de la transformation numérique du groupe

Depuis 2016, Thales a ainsi décidé d'investir massivement dans sa transformation numérique. L'objectif est double pour l'industriel. Dans un monde de plus en plus numérique, le groupe offre une réponse à la demande croissante de ses clients pour des produits et des services digitaux. Il s'agit aussi de faire face à une concurrence de plus en plus accrue venant des géants de l'internet, de startups prometteuses ou de marchés émergents.

Pour opérer cette transformation, le groupe Thales doit évoluer en profondeur. Les chantiers induits sont nombreux. On pourra notamment citer les stratégies d'investissement dans les technologies d'avenir comme le *big data*, l'IoT et la connectivité, l'intelligence artificielle (IA) et la cybersécurité. En parallèle, de nombreux chantiers ont été lancés autour de l'adoption d'une culture client et de l'innovation (e.g. agilité, DevOps, etc.); de la modification de l'appareil productif dans une logique industrielle 4.0 (e.g. usine connectée, *edge computing*, etc.); de la réorganisation des modèles organisationnels et de gouvernance; de l'adoption de nouveaux plans de formation et de recrutement de talents; etc.

**Un peu d'histoire** L'attention portée par les laboratoires de Thales aux technologies d'IA n'est pas récente. Elle remonte à la fin des années 80, notamment avec le lancement du plan stratégique "Réseaux de neurones" (cf.

fig. 1.14).

Ce plan avait pour ambition d'appliquer les techniques d'apprentissage et d'analyse discriminante dans le domaine de la reconnaissance de formes, sur des signaux radar ou sonar, voire même sur des images infra-rouges. Certains systèmes Thales en opération, embarquent des algorithmes basés sur ces travaux, comme la classification de mines ou de cibles réalisée par un perceptron multicouche. Aujourd'hui, l'IA fait l'objet de nombreux travaux de recherche et de développement dans Thales, allant du capteur intelligent (*cognitive sensor*) au système de systèmes, qui fonde notamment les architectures des nouvelles plateformes de défense tels que le C2 (*Command & Control*) ou le C4I (*Command, Control, Communications, Computers & Intelligence*).

**Une stratégie pilotée par la direction technique du Groupe** La stratégie du Groupe en RT&I (Recherche, Technologie et Innovation) dans le domaine de l'IA est élaborée et coordonnée de façon transverse par la Direction Technique du Groupe permettant d'impulser la mise en œuvre et de maintenir la cohérence globale. Cette approche transverse permet à Thales de détecter des synergies et de créer des masses critiques.

Dès 2018, Thales a défini sa stratégie RT&I sur l'IA en 3 axes (cf. Fig. 1.15) :

- Axe technologique pour continuer à travailler sur les disciplines de l'IA allant de l'IA symbolique, à l'IA dirigée par les données ainsi que l'IA hybride (combinant les deux paradigmes).
- Deux grands défis : IA de confiance et le



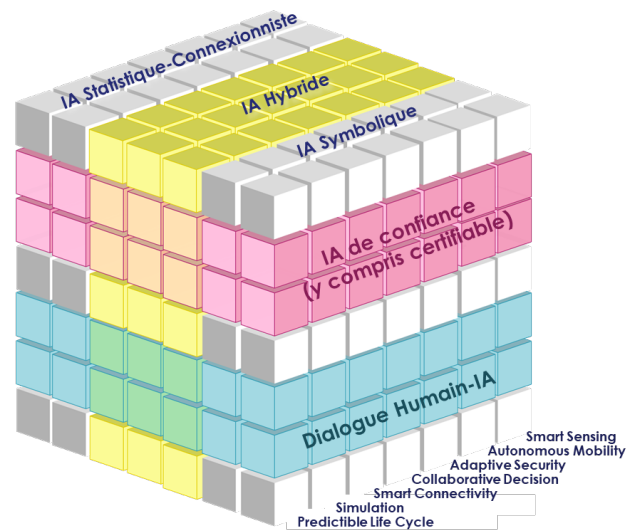


Figure 1.15 – La stratégie tridimensionnelle RT&I de Thales

dialogue Humain-IA.

- Les domaines d'application.

C'est d'ailleurs dans cet esprit que l'ensemble des équipes d'Île-de-France travaillent de concert avec un ancrage fort sur son site de Palaiseau.

Le Groupe collabore également en partenariat avec des acteurs du domaine tels que Paris-Sorbonne (avec le laboratoire SCAI), le CEA avec le VisionLab dont on vient de fêter les onze ans et le FormLab sur l'application des méthodes formelles à l'IA de confiance.

Par ailleurs, Thales a créé fin 2017 au Canada, CortAlx (*Center of Research and Technology in Artificial Intelligence eXpertise*), un laboratoire de R&T entièrement dédié à l'IA, afin de tirer parti de l'écosystème de recherche d'excellence constitué autour de l'Université de Montréal, tels que les laboratoires MILA ou IVADO, mais également de celui de la ville de Québec (où Thales dispose déjà d'un de ses cinq centres de R&T), et de celui de l'université de Toronto. Cet effort de R&T en IA correspond aujourd'hui à environ 200 chercheurs et ingénieurs (et près de 70 thèses), devant encore croître à court terme pour atteindre les 400 personnes, dont les trois quarts en

France et environ un quart au Canada. De plus, AI@Centech est un programme international d'accélération sur six mois de startups sélectionnées sur leur potentiel en matière d'intelligence artificielle.

Le 3 juillet 2019, huit industriels français : Air Liquide, Dassault Aviation, EDF, Renault, Safran, Thales, Total, et Valeo, rejoints depuis par Schlumberger, ST, Orange, Naval Group, Michelin et Saint Gobain, ont signé avec le ministère de l'Economie et des Finances, "*un manifeste pour une IA au service de l'industrie*". Dans la continuité du manifeste, EDF, Thales et TotalEnergies ont lancé début 2020, le laboratoire SINCLAIR, laboratoire commun de recherche en IA, situé dans les locaux d'EDF Lab à Paris-Saclay (Palaiseau). Ce laboratoire mutualise les efforts de recherche des trois compagnies dans les domaines prioritaires que sont l'explicabilité de l'IA, l'apprentissage par renforcement, et le lien entre IA et simulation.

### Stratégie "Thales TrueAI"

L'accroissement rapide des capacités de traitement des processeurs et des capacités de stockage des données a permis à l'IA de prendre son envol. Revenons cependant, à la



définition originelle de l'IA : "*ensemble de théories et techniques permettant à un système artificiel de simuler l'intelligence*". On parle de capacités cognitives telles que percevoir, apprendre, raisonner, décider, dialoguer et agir. Dans ce cadre, l'IA dirigée par les données, couvrant l'IA connexionniste, repose sur l'idée que le monde est compositionnel et cherche donc, en s'inspirant du modèle du cerveau humain, à retrouver ce monde à partir d'exemples d'informations et est bien adaptée à la perception mais peu ou pas à la résolution de problèmes complexes. L'IA symbolique comme le définit Nicholas ASHER, chercheur CNRS, basé à l'Institut de recherche en informatique de Toulouse (IRIT) et directeur scientifique du projet ANITI, "*utilise le raisonnement formel et la logique ; c'est une approche cartésienne de l'intelligence, où les connaissances sont encodées à partir d'axiomes desquels on déduit des conséquences. La prédiction doit être juste même si l'on ne dispose pas de données exhaustives*". L'IA symbolique quant à elle reste pertinente pour la résolution de problème complexe comme la décision sous contraintes dans un contexte d'incertitude. Ainsi, David Sadek, VP Recherche Technologies et Innovation de Thales explique que "*l'IA connexionniste est l'IA des sens, et l'IA symbolique est celle du sens*". C'est pourquoi, pour couvrir l'ensemble des capacités cognitives, l'avenir est dans l'hybridation des deux approches.

Cependant, l'expansion de ces technologies pourrait se heurter, dans les années à venir, aux inquiétudes croissantes exprimées par les citoyens vis-à-vis de ces technologies, même si elles relèvent parfois d'une dimension irrationnelle. Ainsi, Thales a intégré dans sa stratégie de RT&I de l'IA des réponses à ces interrogations légitimes sur les enjeux éthiques et sociétaux posés par la transformation numérique de la Société. C'est pourquoi, Thales a mis en place dès 2019 la démarche "Thales TrUE AI".

La validité, l'explicabilité, la sécurité et la responsabilité, qui sont les piliers d'une IA fiable, prennent des formes particulières dans le cadre de systèmes critiques, notamment dans le domaine de la défense. Par exemple, la sûreté peut nécessiter une validation formelle et même une certification pour certains contextes d'application. L'auto-explication en temps réel peut être une condition nécessaire à l'acceptabilité de certains systèmes critiques basés sur l'IA et peut nécessiter un dialogue humain-machine avancé. La cybersécurité a une relation bilatérale complexe avec l'IA. Certaines caractéristiques des systèmes d'apprentissage les rendent vulnérables aux cyberattaques et au leurre même par les techniques de l'IA. À l'inverse, la capacité de certains algorithmes d'IA à identifier les irrégularités ou les anomalies peut permettre de prévenir les cyberattaques. Tous ces enjeux posent un certain nombre de défis technologiques concrets.

Thales travaille donc au développement d'une IA responsable, c'est-à-dire qui aide à prendre les meilleures décisions tout en assurant un contrôle et une responsabilité permanente de l'être humain sur les actions engagées. Mais c'est aussi une IA frugale en données et en énergie, la performance ne devant pas se faire au détriment de l'environnement. Ces enjeux sont à l'origine du « Manifeste pour l'IA au service de l'industrie » mentionné précédemment, initié par Thales en 2019 et mis en place dans le cadre de l'initiative "AI for Humanity".

Enfin, l'intégration des technologies d'IA constitue une opportunité d'évolution de l'ensemble des lignes de produits de Thales et une impérieuse nécessité face à des concurrents dont les compétences progressent rapidement. Thales a identifié 7 technologies IA différenciantes au cœur des systèmes critiques (voir Figure 4) : l'IA hybride, l'IA frugale, l'IA explicable, l'IA embarquée, l'apprentissage par renforcement, le dialogue naturel Humain-IA et



Figure 1.16 – Les 7 technologies clés de l'IA pour les systèmes critiques

l'intelligence collective. Il s'agit d'accélérer leur intégration dans les systèmes en s'assurant de leur acceptabilité par les utilisateurs.

Pour délivrer une "IA de confiance", les méthodes d'ingénierie de l'IA, d'apprentissage continu et de validation des systèmes à base d'IA doivent être maîtrisées et partagées dans le Groupe, ainsi que les outils associés tels que les simulations fines de systèmes pour concevoir et valider les algorithmes sur des scénarios représentatifs. Une attention à caractère stratégique doit aussi être portée aux composants électroniques capables de supporter/accélérer les traitements IA embarqués.

### Acteurs et programmes collaboratifs majeurs en France

**DEEL (DEpendable and EXplainable Learning)** L'IA est également valorisée dans les activités de l'avionique embarquée et les services digitaux associés. Une équipe d'une dizaine de spécialistes s'attache au déploiement de différentes technologies d'IA au service d'applications d'assistance et de perception augmentée. Elle se centre sur les problématiques de l'ingénierie de l'IA embarquée, de la conception d'un composant sûr à son instantiation sur une plateforme de calcul.

Lorsque les applications visées sont cri-

tiques, les verrous associés à la question de la confiance voire de certification sont posés. C'est pourquoi Thales AVS participe activement à l'écosystème de recherche autour de l'IA de confiance. AVS est en particulier impliqué dans ANITI et dans le projet collaboratif franco-canadien DEEL. Ce projet adresse entre autre les thématiques de robustesse, l'explicabilité, la fourniture de garanties mathématiques, et ses solutions seront amenées à être insérées dans les applications développées par AVS.

**Confiance.ai** Pilier technologique du Grand Défi "Sécuriser, certifier et fiabiliser les systèmes fondés sur l'intelligence artificielle" lancé par l'Etat, "Confiance.ai" est le plus gros programme de recherche technologique du plan "AIforHumanity" qui doit faire de la France un des pays leader de l'IA de confiance. Dans ce cadre, Confiance.ai rassemble un collectif d'acteurs académiques et industriels français dont Thales, des domaines de la défense, des transports, de l'industrie manufacturière et de l'énergie qui ont décidé de mutualiser leurs savoir-faire scientifiques et technologiques de pointe. Il a pour objectif de définir et d'outiller une approche rigoureuse et interdisciplinaire en formalisant l'ensemble du cycle de vie de ces



systèmes à base d'IA de confiance.

Les travaux ont débuté en janvier 2021 et les 13 membres du collectif, ont établi une feuille de route stratégique structurée par 5 axes principaux : la caractérisation de l'IA, l'IA de confiance by design, l'ingénierie de la donnée et des connaissances, la maîtrise de l'ingénierie système fondée sur l'IA, et l'IA de confiance pour l'embarqué. Fortement impliqué dans ce programme, cette première année a aussi été marquée par la présidence du Comité de Direction par Thales.

Confiance.ai porte donc une ambition forte : lever les verrous associés à l'industrialisation de l'IA pour doter les industriels comme Thales, de méthodes outillées adaptées à leurs ingénieries et construites sur des bases technologiques indépendantes. L'originalité repose sur sa stratégie intégrative : il traite les défis scientifiques relatifs à l'IA de confiance et apporte des solutions tangibles, applicables dans le monde réel et industrialisables, revisitant les différentes ingénieries des systèmes critiques au regard de l'insertion de l'IA (ingénierie algorithmique, ingénierie des données et des connaissances, ingénierie système, de la sûreté et de la (cyber)-sécurité, mais aussi d'ingénierie des facteurs humains).

**TRT-FR** Comme indiqué précédemment, la première mission des TRT, centres de recherche transverse au groupe Thales, est de faire le lien entre les principaux acteurs de la recherche pour engendrer des ruptures technologiques pour Thales.

L'IA à TRT-FR (sur le site de Paris-Saclay, à Palaiseau) a vocation à apporter des solutions novatrices au cœur du positionnement produit de Thales, à savoir, les systèmes critiques (qu'il s'agisse de systèmes embarqués ou au sol). L'objectif porte donc conjointement sur la maîtrise des algorithmes d'IA et sur la maîtrise des architectures de calcul, et les approches d'IA

mises en œuvre doivent s'inscrire dans un triptyque efficacité, explicabilité, validité.

Il n'est donc pas surprenant que l'expertise en IA symbolique prédomine, tout en s'accompagnant d'une ouverture active sur les approches hybrides (combinant approches statistiques et symboliques) : il s'agit de s'appuyer autant que possible sur toute connaissance disponible (expertise métier, connaissances physiques, mathématiques, etc.) lors de l'élaboration des modèles d'IA et de faciliter l'interprétabilité et la validation des modèles. Ceux-ci couvrent un ensemble de champs allant du traitement de l'information à l'aide à la décision, en passant par l'optimisation : traitement du langage naturel, fusion d'information sémantique et fouille de connaissance (ontologies, graphes conceptuels), analyse et raisonnement abductif, réseaux de neurones informés par la physique, apprentissage profond géométrique, aide à la décision multi-critères et distribuée, optimisation par contrainte et boîte noire, planification et optimisation de trajectoires, etc..

Un axe important des activités menées à TRT-FR porte également sur l'optimisation des réseaux de neurones au regard du SWaP (*Size, Weight and Power*) dans l'optique de porter les modèles d'inférence sur des architectures contraintes (de type embarqué ou *edge*), voire de concevoir et développer de nouveaux algorithmes d'apprentissage, inspirés de la biologie et pleinement adaptés à ces architectures contraintes.

Enfin, tout un pan des activités de recherche aborde de façon transverse mais néanmoins centrale la question de l'IA de confiance avec l'ambition de proposer des méthodologies et outils d'ingénierie pour la sûreté et l'IA de confiance en passant par la robustesse par conception, les méthodes formelles, la conception de modèles d'IA explicables et valides (voire certifiables).

Pour mener à bien l'ensemble de ces activi-



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

tés, TRT-FR collabore étroitement avec l'ensemble des entités du groupe Thales, le monde académique, et les centres de recherche de grands groupes industriels (signataires du Manifeste pour l'IA en particulier) :

- Le Formal Lab, laboratoire commun avec le CEA-LIST, vise à implémenter de nouvelles méthodes formelles pour la validation de logiciels et de systèmes critiques
- Le laboratoire SINCLAIR regroupe Thales, EDF et TotalEnergies autour des trois problématiques majeures que sont l'explicabilité, l'apprentissage par renforcement, et le lien entre l'IA et la simulation.

Par ailleurs, les experts de TRT-FR sont bien évidemment actifs ou en relations étroites avec les acteurs impliqués au sein des grands programmes DEEL et Confiance.ai mentionnés plus haut, et de nombreuses thèses sont lancées chaque année en partenariat avec des laboratoires académiques de pointe, sur les axes de recherche présents à TRT-FR.

### **Centres de compétences et études amonts**

Outre TRT-FR, transverse au groupe Thales, l'ensemble des divisions du groupe s'est également dotée d'une forte expertise en IA dans des centres de compétences dédiés ou au sein des services d'études amonts. En particulier, nous avons déjà mentionné le centre de compétence d'AVS centré sur les activités aéronautiques et impliqué dans les grands programmes collaboratifs, nous pouvons également mentionner le centre de compétence de TAS qui s'intéresse

aux apports de l'IA dans l'aérospatial, tout comme DMS (*Defense Mission Systems*) qui cherche à déployer de l'IA dans les solutions militaires dans le milieu sous-marin ou aéroporté. Citons aussi DIS qui enrichit ses solutions dans le domaine de l'identité numérique avec de l'IA ou LAS qui, dans le contexte de l'aide à la navigation aérienne, augmente la performance des "trackers" de leurs radars grâce à l'IA et propose des trajectoires "green" pour les avions tout en garantissant la sécurité. Enfin, ThereSIS, le groupement des laboratoires de recherche et technologie de SIX (Systèmes d'Information et Communication Sécurisés) s'intéresse à l'IA dans des contextes spécifiques comme les systèmes autonomes et adaptatifs, l'IA au service de la cybersécurité, l'apprentissage machine pour le traitement du signal et l'IA pour l'orchestration des réseaux.

### **Propriété intellectuelle**

Thales a une vraie politique d'innovation et de protection des idées et de commercialisation des inventions. Thales figure pour la neuvième fois dans le Top100 mondial des entreprises et instituts de recherche les plus innovants publié par Clarivate Analytics, classement qui récompense le volume, le succès et l'influence des brevets déposés. Notons qu'environ 3500 personnes chez Thales ont au moins un brevet à leur actif. De plus les innovations dans le cadre des « *Key Digital Technologies* » (IoT, *Big Data*, IA et Cybersécurité) couvrent aujourd'hui près de 45% du portefeuille.



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

---

## Comptes rendus de journées, événements et conférences

---



## ■ Huitième journée Perspectives et Défis de l'IA - PDIA 2022 sur le thème « Créativité »

*CEDRIC  
CNAM Paris*

*LIMOS  
Université Clermont Auvergne*

*ERPI  
Université de Lorraine*

*LISN  
Université Paris Saclay*

### **Fayçal HAMDI**

[Faycal.Hamdi@cnam.fr](mailto:Faycal.Hamdi@cnam.fr)

### **Engelbert MEPHU NGUIFO**

[engelbert.mephu\\_ nguifo@uca.fr](mailto:engelbert.mephu_nguifo@uca.fr)

### **Davy MONTICOLO**

[davy.monticolo@univ-lorraine.fr](mailto:davy.monticolo@univ-lorraine.fr)

### **Fatiha SAÏS**

[fatiha.sais@lri.fr](mailto:fatiha.sais@lri.fr)

### **Introduction**

Dix ans après la parution dans le bulletin de l'AFIA, numéro 78 d'octobre 2012, du dossier consacré à la créativité et à l'innovation, coordonné par Eunika Mercier-Laurent et François Pachet, l'AFIA a choisi le thème de la créativité pour sa journée Perspectives et Défis de l'Intelligence Artificielle (PDIA 2022).

En effet, nous assistons aujourd'hui à une multiplication des usages des technologies d'intelligence artificielle pour la résolution de nombreux et difficiles problèmes, parmi lesquelles ceux en lien avec la créativité humaine. Par exemple, le développement récent des techniques d'apprentissage profond ont permis la génération automatique d'œuvres d'art dont certaines rivalisent celles d'artistes de renommée.

PDIA 2022, organisé par Fayçal HAMDI (CEDRIC, CNAM Paris), Engelbert MEPHU NGUIFO (LIMOS, Université Clermont Auvergne), Davy MONTICOLO (ERPI, Université de Lorraine) et Fatiha SAÏS (LISN, Université Paris Saclay), a réuni des scientifiques et créateurs ayant abordé le problème difficile de l'usage des algorithmes d'IA pour la créativité qui par nature mobilisent des capacités humaines et cognitives qui sont de prime abord difficile à transcrire dans un programme.

La journée est construite autour d'exposés accessibles et de retours d'expériences favorisant une grande interaction. Cette journée a permis à des chercheurs académiques et industriels, d'avoir des échanges sur les progrès effectués durant la dernière décennie autour de cette thématique. 52 chercheurs étaient inscrits à cette journée dont 18 en présentiel.

### **Programme**

**9h00.** Accueil et introduction de la journée

**9h15 - 9h20.** « Présentation de l'AFIA », par Benoît LE BLANC (Président de l'AFIA)

**9h20 - 9h30.** « Introduction de la journée PDIA 2022 », par Davy MONTICOLO (Membre du CA de l'AFIA)

**9h30.** Session 1 : Texte, IHM et IA

**9h30 - 10h30.** « Repenser l'Interaction avec les Technologies d'Apprentissage », par Baptiste CARAMIAUX (Chercheur CNRS au laboratoire ISIR, Sorbonne Paris Université, membre du HCI Sorbonne group)

**10h30 - 11h30.** « Intelligence artificielle pour assister l'idéation et la conception amont », par Alex GABRIEL (Chercheur post-doctoral au laboratoire ERPI, Université de Lorraine)

**11h30.** Pause-café

**11h45 - 12h45.** « Machines à écrire : créer



**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

des programmes qui créent pour apprendre à se servir de l'IA », par Anne-Gwenn BOS-SER (Maîtresse de Conférences au laboratoire STICC, ENIB, Université de Brest Bretagne Loire)

**12h45 - 14h.** Pause déjeuner

**14h.** Arts et IA

**14h - 15h.** « Angelia - une Intelligence Artificielle pour la musique électronique », par Jean-Claude HEUDIN (Chercheur en IA, écrivain et compositeur)

**15h - 16h.** « Musique et "IA" pour "Instruments Artificiels" », par Jérôme NIKA (Chercheur à l'IRCAM)

**16h-16h15.** Pause-café

**16h15-17h15.** « Quelques réflexions sur la création musicale assistée par l'IA », par François PACHET (directeur du Spotify Creator Technology Research Lab)

**17h15.** Clôture de la journée - discussion

### Résumés des différentes interventions

#### **Baptiste Caramiaux : Repenser l'Interaction avec les Technologies d'Apprentissage**

Résumé : « Les algorithmes d'apprentissage machine sont présents dans un grand nombre d'applications et de services qu'on utilise au quotidien. Ces technologies sont, par design, conçues de manière dissociée de leurs utilisateurs, ce qui entraîne une normalisation de leurs utilisations et un contrôle centralisé de leurs capacités. Créer des technologies d'apprentissage plus près des personnes et de leur contexte d'utilisation ouvre le champ à des interactions plus adaptées, appropriables et inclusives. Dans cet exposé, je présenterai le contexte et la communauté de recherche qui travaille sur ces thématiques à l'intersection entre IHM et IA. Ensuite, je mettrai l'accent sur mes travaux dans le domaine artistique. Je montrerai des exemples de recherche où l'approche artistique est parfois vu comme outil de réflexion sur les technologies en tant qu'acteurs culturels,

et parfois vu comme outil d'inspiration pour la conception d'interactions riches et expressives. »

#### **Alex Gabriel, Intelligence artificielle pour assister l'idéation et la conception amont**

Résumé : « Les différents domaines de l'intelligence artificielle permettent de réaliser un nombre toujours plus important d'innovations technologiques pour faciliter l'activité humaine. Pour autant, avant qu'une solution innovante soit mise sur le marché, celle-ci aura subi de multiples modifications et évolutions depuis l'idée originale. Les organisations mettent en œuvre diverses pratiques pour promouvoir et favoriser la production d'idées notamment au travers de processus créatifs. À l'instar d'autre secteur, les processus créatifs et d'innovation possèdent également des outils numériques supports. Le secteur est d'ailleurs en forte croissance et il existe une offre importante d'outils. Ces Innovation/Idea Management System font l'objet de recherche depuis plus d'une vingtaine d'années. Cette présentation fera le point sur les fonctionnalités de ces outils et l'application d'ontologies et de traitement automatique du langage dans ce contexte de gestion de la créativité. »

#### **Anne-Gwenn Bosser, Machines à écrire : créer des programmes qui créent pour apprendre à se servir de l'IA**

Résumé : « Les ateliers de programmation collaboratifs sont des événements populaires. La nuit de l'informatique par exemple rassemble tous les ans de nombreux établissements d'enseignement supérieur francophones, et l'AFIA y participe au travers d'un défi qu'elle propose. Au niveau international un événement comme la Global Game Jam peut rassembler des dizaines de milliers de participantes et de participants le temps d'un week-end. Lors de tels événements, la créativité, la collaboration et le partage de





**Afia**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

connaissances sont mis à l'honneur dans un contexte ludique. Le collègue Cécilia de l'AFIA proposera ainsi aux participantes et aux participants de PFIA 2022 une "Jam de création de textes poétiques ou drôles (ou les deux)". Nous présenterons cet événement et ses nombreuses inspirations comme l'Oulipo ou la machine à écrire de Jean Baudot. Nous montrerons au travers d'un état de l'art que l'exercice se prête bien à l'utilisation d'une variété de techniques d'IA, en faisant un prétexte riche à l'apprentissage de nouvelles techniques. »

**Jean-Claude Heudin, Angelia - une Intelligence Artificielle pour la musique électronique**

Résumé : « Les récents progrès en Intelligence Artificielle ont permis des avancées spectaculaires dans de nombreux domaines. Moins médiatisées pour la musique, les applications de l'IA n'en sont pas moins importantes. Elles suscitent dès lors de nombreuses interrogations : l'IA peut-elle égaler les meilleurs compositeurs ? Va-t-elle un jour remplacer les artistes ? Est-ce le futur de la musique ? Pour répondre à ces questions, nous retraçons brièvement l'histoire de l'IA en musique, puis avec Angelia, une IA dédiée à la musique électronique, nous mettrons en évidence ses enjeux et perspectives. »

**Jérôme Nika, Musique et "IA" pour "Instruments Artificiels"**

Résumé : « Une machine sera-t-elle bientôt capable de remplacer l'humain dans la création musicale ? » Pour toute une partie des artisans de l'intelligence artificielle appliquée à la musique, artistes comme

scientifiques, il est difficile de répondre à cette question récurrente... car ce n'est pas celle qui se pose. Si on « apprend » la musique à des ordinateurs dotés d'une « mémoire » musicale inspirée de la cognition humaine, l'enjeu réside précisément dans le fait de partir de ces modèles pour explorer la production d'une musique nouvelle plutôt que la reproduction d'une musique crédible. La présentation des pratiques musicales permises par ces instruments d'une nouvelle génération, au service de la créativité humaine, sera illustrée par des extraits de productions récentes. »

**François Pachet, Quelques réflexions sur la création musicale assistée par l'IA**

Résumé : « Peut-on concilier l'intelligence artificielle (IA), qui implique technicité et rigueur scientifique, avec la création musicale qui fait appel à la sensibilité et la créativité ? François Pachet est compositeur et directeur du Spotify Creator Technology Research Lab où il conçoit la prochaine génération d'outils pour les musiciens basés sur l'intelligence artificielle. Au travers de son expérience, à la fois de musicien et de scientifique, François Pachet aborde toutes les potentialités que l'IA peut offrir aux artistes sans dénaturer pour autant le plaisir de la création.

Avec son label Flow Records, il a récemment produit et publié un album intitulé Hello World, premier opus musical composé avec une intelligence artificielle, fruit de la collaboration avec de nombreux artistes comme Stromae, AI, Benoit Carré, alias SKYGGE, Médéric Collignon (le jazzman aux trois Victoires de la musique)... »



**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 [redaction@afia.asso.fr](mailto:redaction@afia.asso.fr).



**AfIA**

Association française  
pour l'Intelligence Artificielle

## ■ Thèses de Doctorat

### Faheem AHMED

« [A data-driven framework for the deployment of urban air mobility](#) »

Supervision : *Bernard ARCHIMEDE*  
*Raymond Houe NGOUNA*

Le 01/04/2022, à l'INP, Toulouse

### Simona BOTTANI

« [Machine learning for neuroimaging using a very large scale clinical datawarehouse](#) »

Supervision : *Olivier COLLIOT*  
*Ninon BURGOS*

Le 01/04/2022, à Sorbonne universite

### Zhuoming ZHANG

« [Improving mediated touch interaction with multimodality](#) »

Supervision : *Francoise DETIENNE*  
*Eric LECOLINET*

Le 05/04/2022, à l'Institut polytechnique de Paris

### Konstantinos DOGEAS

« [Energy Minimization, Data Movement and Uncertainty : Models and Algorithms](#) »

Supervision : *Evipidis BAMPIS*  
*Fanny PASCUAL*

Le 06/04/2022, à Sorbonne université

### Maximilien DREVETON

« [Detection de communautés et apprentissage semi-supervisé dans des réseaux non-binaires, temporels et géométriques](#) »

Supervision : *Konstantin AVRACHENKOV*  
Le 06/04/2022, à l'Université Cote d'Azur

### Jing ZHANG

« [Biomarker estimation from medical images : segmentation-based and segmentation-free approaches](#) »

Supervision : *Samia AINOUS*  
*Caroline PETITJEAN*

Le 06/04/2022, à l'Université de Normandie

### Adrian BOJKO

« [Self-supervised Dynamic SLAM : Tackling Consensus Inversions](#) »

Supervision : *Herve Le BORGNE*  
*Romain DUPONT*

*Mohamed TAMAAZOUSTI*

Le 07/04/2022, à l'Université Paris-Saclay

### Miguel A RENOM

« [Theoretical bases of human tool use in digital environments](#) »

Supervision : *Michel Beaudouin LAFON*  
*Baptiste CARAMIAUX*

Le 12/04/2022, à l'Université Paris-Saclay

### Lounes SAADI

« [Fusion d'informations pour la localisation précise d'objets industriels ayant une maquette numérique complète ou partielle](#) »

Supervision : *Abdelaziz BENSRAHAIR*

Le 13/04/2022, à l'Université de Normandie

### Adrien DUFRAUX

« [Exploitation de transcriptions bruitées pour la reconnaissance automatique de la parole](#) »

Supervision : *Emmanuel VINCENT*  
*Armelle BRUN*

Le 14/04/2022, à l'Université de Lorraine



**Thamer MECHARNIA**

« [Approches sémantiques pour la prédiction de présence d'amiante dans les bâtiments : une approche probabiliste et une approche à base de règles](#) »

Supervision : *Nathalie PERNELLE*  
*Faycal HAMDJ*

Le 14/04/2022, à l'Université Paris-Saclay

**Amina CHIKHAOUI**

« [Vers une approche intelligente de placement de données dans un cloud distribué basé sur un système de stockage hybride](#) »

Supervision : *Jalil BOUKHOBZA*  
*Kamel BOUKHALFA*

Le 18/04/2022, à l'Université de Brest

**Cecile DANIEL**

« [Contrôle sur un réseau de transport à large échelle pour une résilience accrue : analyses via des réseaux complexes, de l'intelligence artificielle et des calculs Big Data](#) »

Supervision : *Salima HASSAS*  
*Angelo FURNO*

*Nour eddin El FAOUZI*

Le 21/04/2022, à l'Université de Lyon

**Aurelie SUZANNE**

« [Traitement de requêtes décisionnelles sur des flux de données temporelles.](#) »

Supervision : *Jose MARTINEZ*  
*Guillaume RASCHIA*

Le 03/05/2022, à l'Université de Nantes

**Anjara RAKOTOARIVELO**

« [Analyse de situation collective et prise de décision individuelle : modélisation et simulation des interactions du piéton virtuel en environnement urbain](#) »

Supervision : *Roland BREMOND*

Le 04/05/2022, à l'Université Gustave Eiffel

**Amal BOUBAKER**

« [Performances des protocoles de transport dans les constellations de satellites](#) »

Supervision : *Emmanuel CHAPUT*  
*Andre luc BEYLOT*

Le 04/05/2022, à l'INP, Toulouse

**Jean DUPUY**

« [Prédiction de liens et d'hyperliens : applications de l'apprentissage de représentations à la contextualisation de contenus textuels dans les bases de connaissances](#) »

Supervision : *Jacques JULIEN*  
*Adrien GUILLE*

Le 06/05/2022, à l'Université de Lyon

**Jingwei ZUO**

« [Apprentissage de représentations et prédiction pour des séries temporelles interdépendantes](#) »

Supervision : *Karine ZEITOUNI*

Le 09/05/2022, à l'Université Paris-Saclay

**Benjamin NIAY**

« [Evaluation and use of biomechanical parameters for virtual humans walking animations](#) »

Supervision : *Ludovic HOYET*

Le 11/05/2022, à l'Université de Rennes 1



**Pegdwege MINOUNGOU**

« Learning Majority-Rule models with partially monotone data »

Supervision : *Vincent MOUSSEAU*  
*Wassila OUERDANE*  
*Paolo SCOTTON*

Le 13/05/2022, à l'Université Paris-Saclay

**Xavier ROLLAND**

« Impact de la variabilité analytique sur la compatibilité entre les données en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle »

Supervision : *Pierre MAUREL*

Le 16/05/2022, à l'Université de Rennes 1

**Lulu HE**

« Vérification formelle au stade de la conception de propriétés liées au diagnostic des systèmes à événements discrets et temps réel »

Supervision : *Philippe DAGUE*

Le 18/05/2022, à l'Université Paris-Saclay

**Remi VALLEE**

« Apprentissage profond pour l'aide au diagnostic et comparaison des mécanismes d'explicabilité avec l'attention visuelle humaine : application à la détection de la maladie de Crohn »

Supervision : *Harold MOUCHERE*  
*Nicolas NORMAND*  
*Antoine COUTROT*

Le 18/05/2022, à l'Université de Nantes

**Massinissa ATMANI**

« Extraction de relations sémantiques dans un contexte de veille et d'intelligence d'entreprise »

Supervision : *Mathieu LAFOURCADE*

Le 19/05/2022, à l'Université de Montpellier

**Etienne SCHOLLY**

« De la modélisation des métadonnées à la conception d'un lac de données. Application à l'habitat social »

Supervision : *Sabine LOUDCHER*  
*Cecile FAVRE*  
*Eric FERREY*

Le 23/05/2022, à l'Université de Lyon

**Anna Leonteva OUSKOVA**

« Algorithmes évolutionnaires et inspirés du quantique pour l'optimisation de systèmes de réfrigération magnétique »

Supervision : *Pierre COLLET*  
*Pierre PARREND*

Le 24/05/2022, à l'Université de Strasbourg

**Hiba DAKDOUK**

« Bandits massifs multi-bras multi-joueurs pour les réseaux de l'internet des objets »

Supervision : *Patrick MAILLE*

Le 30/05/2022, à l'École nationale supérieure Mines-Telecom Atlantique Bretagne Pays de la Loire

**Amelie LEGELEUX**

« Programmation de cobots : de l'apprentissage de trajectoires à leur acceptabilité »

Supervision : *Dominique DUHAUT*  
*Cecric BUCHE*

Le 31/05/2022, à l'Université de Lorient

**Manh Ha Nguyen HA**

« Approches neurales de bout-e -bout pour la traduction de la parole »

Supervision : *Yannick ESTEVE*  
*Laurent BESACIER*

Le 03/06/2022, à l'Université Grenoble Alpes



### **Luigi PENCO**

« Téléopération du corps entier de Robots Humanoïdes »

Supervision : *Jean Baptiste MOURET*  
*SerenaIVALDI*

Le 07/06/2022, à l'Université de Lorraine

### **Vincent MARTIN**

« Nouveaux biomarqueurs vocaux pour la détection automatique de la somnolence »

Supervision : *Jean Luc ROUAS*

Le 08/06/2022, à l'Université de Bordeaux

### **Vitalii EMELIANOV**

« Équité dans les problèmes de sélection »

Supervision : *Patrick LOISEAU*  
*Nicolas GAST*

Le 13/06/2022, à l'Université Grenoble Alpes

### **Roxane DESROUSSEAU**

« Détection de criminalité financière par réseaux de neurones. »

Supervision : *Gilles BERNARD*  
*Jean jacques MARIAGE*

Le 13/06/2022, à l'Université de Paris 8

### **Jeremy GRIGNARD**

« Méthodes computationnelles pour améliorer les phases primaires de recherche de nouveaux médicaments »

Supervision : *Francois FAGES*  
*Thierry DORVAL*

Le 17/06/2022, à l'Institut polytechnique de Paris

### **Tom PORTOLEAU**

« Optimisation robuste et compilation de connaissances pour l'ordonnancement sous incertitudes »

Supervision : *Christian ARTIGUES*  
*Romain GUILLAUME*

Le 22/06/2022, à l'Université de Toulouse 2

### **Gaetan DELETOILLE**

« Gestion de stock sous contrainte de quantité minimale de commande multi-références »

Supervision : *Sebastien ADAM*

Le 23/06/2022, à l'Université de Normandie

### **Etienne HOUZE**

« A generic and adaptive approach to explainable AI in autonomic systems : the case of the smart home »

Supervision : *Jean Louis DESSALLES*  
*Ada DIACONESCU*

Le 24/06/2022, à l'Université de Institut polytechnique de Paris

### **Remi VIOLA**

« Highly imbalanced learning, application to fraud detection »

Supervision : *Marc SEBBAN*  
*Amaury HABRARD*

Le 24/06/2022, à l'Université de Lyon

## ■ Habilitations à Diriger les Recherches



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

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



---

## À PROPOS DE L'AfIA

---

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

L'AfIA anime la communauté par l'organisation de grands rendez-vous. Se tient ainsi chaque été une semaine de l'IA, la « Plate-forme IA » (PfIA 2020 à Angers, PfIA 2021 à Bordeaux, PfIA 2022 à Saint-Étienne) au sein de laquelle se tiennent la Conférence Nationale d'Intelligence Artificielle (CNIA), les Rencontres des Jeunes Chercheurs en IA (RJCIA) et la Conférence sur les Applications Pratiques de l'IA (APIA) ainsi que des conférences thématiques hébergées qui évoluent d'une année à l'autre, sans récurrence obligée.

Ainsi, PfIA 2022 héberge du 27 juin au 1<sup>er</sup> juillet 2022 à Saint-Étienne, outre la 25<sup>e</sup> CNIA, les 20<sup>es</sup> RJCIA et la 8<sup>e</sup> APIA : les 33<sup>es</sup> IC, les 17<sup>es</sup> JFPC, les 17<sup>es</sup> JFPDA, les 30<sup>es</sup> JFSMA et les 16<sup>es</sup> JIAF, 4 journées thématiques hébergées (EIAH & IA, IoT & IA, Résilience & IA, Santé & IA), et plusieurs tutoriels hébergés.

Fort de soutien de ses 264 adhérents à jour de leur cotisation en 2022, l'AfIA assure :

- le maintien d'un site Web dédié à l'IA reproduisant également les Brèves de l'IA ;
- une *journée industrielle* « Forum Industriel en IA » (FIIA 2021) ;
- une *journée recherche* « Perspectives et Défis en IA » (PDIA 2022) ;
- une *journée enseignement* « Enseignement et Formation en IA » (EFIA 2022) ;
- la remise annuelle d'un *prix de thèse* en IA ;
- le soutien à 8 collèges ayant leur propre activité :
  - collège *Industriel* (depuis janvier 2016) ;
  - collège *Apprentissage Artificiel* (depuis janvier 2020) ;
  - collège *Interaction avec l'Humain* (depuis juillet 2020) ;

- collège *Représentation et Raisonnement* (depuis avril 2017) ;
- collège *Science de l'Ingénierie des Connaissances* (depuis avril 2016) ;
- collège *Systèmes Multi-Agents et Agents Autonomes* (depuis janvier 2017) ;
- collège *Technologies du Langage Humain* (depuis juillet 2019) ;
- collège *Création d'Événements Collaboratifs, Inclusifs et Ludiques en IA* (depuis octobre 2021) ;

- la parution trimestrielle des *Bulletins* de l'AfIA ;
- un lien entre ses membres et sympathisants sur les réseaux sociaux *LinkedIn*, *Facebook* et *Twitter* ;
- le *parrainage* scientifique, mais aussi éventuellement financier, d'événements en IA ;
- la diffusion mensuelle de *Brèves* sur les actualités de l'IA en France (*abonnement* ou *envoi* à la liste) ;
- la réponse aux consultations officielles ou officieuses (Ministères, Missions, Organismes) ;
- la réponse aux questions de la presse, écrite ou orale, également sur internet ;
- la divulgation d'offres de *collaborations*, de *formations*, d'*emploi*, de *thèses* et de *stages*.

L'AfIA organise aussi des *journées communes* avec d'autres associations. Pour 2022 : *Réalité Virtuelle & IA* avec le GDR IG-RV ; *Simulation & IA* avec le réseau DEVS/RED.

Enfin, l'AfIA encourage la participation de ses membres aux grands événements de l'IA, dont PfIA. Ainsi, les membres de l'AfIA, pour leur inscription à PfIA, bénéficient d'une réduction équivalente à deux fois le coût de leur adhésion, leur permettant d'assister à PfIA 2022 sur 5 jours au tarif de 114 € TTC !

Rejoignez-vous aussi et *adhérez* à l'AfIA pour contribuer au développement de l'IA en France. L'adhésion peut être individuelle ou au titre de personne morale. Merci également de susciter de telles adhésions en diffusant ce document autour de vous !





## CONSEIL D'ADMINISTRATION

Benoit LE BLANC, président  
Domitile LOURDEAUX, vice-présidente  
Isabelle SESÉ, trésorière  
Grégory BONNET, secrétaire  
Dominique LONGIN, rédacteur  
Emmanuel ADAM, webmestre

### Autres membres :

Yves DEMAZEAU, Gaël DIAS, Bernard GEORGES\*, Thomas GUYET, Frédéric MARIS, Engelbert Mephu NGUIFO, Davy MONTICOLO, Gauthier PICARD, Valérie REINER, Catherine ROUSSEY, Céline ROUVEIROL, Fatiha SAÏS, Ahmed SAMET\*, Charlotte TRUCHET (\* invité).

## COMITÉ DE RÉDACTION

redaction@afia.asso.fr

Emmanuel ADAM  
*Rédacteur*

Grégory BONNET  
*Rédacteur en chef adjoint*  
resp-gt-redaction@afia.asso.fr

Gaël LEJEUNE  
*Rédacteur*

Dominique LONGIN  
*Rédacteur en chef*  
resp-gt-redaction@afia.asso.fr

Laurent SIMON  
*Rédacteur*

## LABORATOIRES ET SOCIÉTÉS ADHÉRANT COMME PERSONNES MORALES

.....  
Ardans, Berger Levrault, CRIL, CRISTAL, Dassault Aviation, ENIB, EURODECISION, GRETTIA, GREYC, Huawei, I3S, IBM, INRIA Sophia Antipolis Méditerranée, IRIT, ISAE-SUPAERO, Lab-STICC, LAMSADE, LERIA, LGI2P, LHC, LIG, LIMICS, LIMSI, LIP6, LIPADE, LIRIS, LIRMM, LITIS, MaIAGE, Naver Labs, Renault, Thales, Université Paris-Saclay, Veolia.

## ■ Pour contacter l'Afia

### Président

Benoit LE BLANC  
École Nationale Supérieure de Cognitique  
Bordeaux-INP  
109 avenue Roul, 33400 Talence  
Tél. : +33 (0) 5 57 00 67 00  
[president@afia.asso.fr](mailto:president@afia.asso.fr)

### Serveur WEB

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

### Adhésions, liens avec les adhérents

Isabelle SESÉ  
[tresorier@afia.asso.fr](mailto:tresorier@afia.asso.fr)

## ■ Calendrier de parution du Bulletin de l'Afia

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