



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Bulletin N° 96

Association française pour l'Intelligence Artificielle

AfIA



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

PRÉSENTATION DU BULLETIN

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

■ Édito

À l'heure du lancement par le gouvernement de l'initiative « Stratégie nationale en IA », l'Afia et le MEDEF ont organisé une « matinale » consacrée à l'intelligence artificielle. Le dossier de ce trimestre est donc consacré à cet événement qui a été organisé par Laurent GOUZÈNES (président du comité Recherche-Innovation du MEDEF) et par Yves DEMAZEAU (président de l'Afia). Il s'est déroulé au siège du MEDEF en public et en présence de Pierre GATTAZ (président du MEDEF) et de Thierry MANDON (Secrétaire d'État à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche). Les intervenants (industriels ou académiques) ont présenté leur vision du développement de l'Intelligence Artificielle en France et de ses impacts sur la croissance. Le dossier a été monté par Dominique LONGIN à partir d'une retranscription des présentations et échanges avec la salle.

Vous trouverez également dans ce bulletin la description des deux journées « IHM et IA », et « Philosophie des Sciences et IA » organisées par l'Afia et ses partenaires.

Bonne lecture à tous !

Florence BANNAY



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

SOMMAIRE

DU BULLETIN DE L'AFIA

| | | |
|----|--|----|
| 4 | Dossier « Matinale du MEDEF sur l'Intelligence Artificielle » | |
| | Introduction | 5 |
| | Ouverture | 6 |
| | Intelligence Artificielle de France | 8 |
| | Le renouveau de l'intelligence artificielle et les technologies financières | 12 |
| | Ingénierie de la connaissance : mémoire de la société, transfert des savoirs, socle de l'innovation | 14 |
| | L'intelligence artificielle, levier de progrès pour le développement des produits et services innovants de l'industrie automobile | 17 |
| | <i>We didn't do anything wrong, but somehow we failed. Que faire pour réussir ?</i> | 19 |
| | Premiers échanges avec la salle | 21 |
| | Relation homme-système en aéronautique : l'apport de l'intelligence artificielle | 23 |
| | Réseaux Bayésiens : modélisation des connaissances et apprentissage à partir des données pour l'aide à la décision | 24 |
| | L'IA appliquée aux infrastructures télécom et à la relation clients | 26 |
| | Gestion optimisée des ressources : garantir la performance, intégrer l'humain, réduire l'empreinte environnementale des villes et des industries | 28 |
| | Nouveaux échanges avec la salle | 29 |
| | Biographies | 31 |
| 36 | Compte-rendu de journées, événements et conférences | |
| | 3 ^e journée IHM & IA | 36 |
| | Journée « Philosophie des sciences et IA » | 37 |
| 41 | Thèses et HDR du trimestre | |



Afia
Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Dossier

« Matinale du MEDEF sur l'Intelligence Artificielle »

Développer l'intelligence artificielle pour une croissance augmentée

Dossier réalisé par

Dominique LONGIN

LILAC - IRIT

C.N.R.S.

dominique.longin@irit.fr

Yves DEMAZEAU

Président de l'AFIA

L.I.G./C.N.R.S.

president@afia.asso.fr

Laurent GOUZÈNES

Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ Introduction

Par

Laurent GOUZÈNES

Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF

Article publié le 30 janvier 2017

sur [LinkedIn](#)

Dans le cycle des matinées technologiques du MEDEF, celle consacrée à l'intelligence artificielle a été un grand succès, puisque nous avons dû pour des raisons de sécurité, clore les inscriptions une semaine plus tôt. Le grand amphithéâtre était donc plein pour voir et écouter la grande variété des exposés, tous d'excellente qualité.

La matinée a été ouverte par Pierre Gattaz, qui a exprimé sa confiance dans ces technologies, et le Secrétaire d'Etat à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche Thierry Mandon, qui a rappelé l'excellence française dans ce domaine et le nouveau projet national sur la stratégie IA.

Tous les intervenants sont d'accord sur plusieurs points : l'IA est une grande bibliothèque de techniques et algorithmes. Beaucoup de ces sujets ont une maturité certaine et suffisante pour être insérés dans le circuit économique des entreprises. L'introduction demande aussi du temps, car l'adaptation aux données et problématiques de l'entreprise n'est pas triviale.

Cette technologie devient une technologie clé pour les entreprises et leur croissance future.

Les présentations des intervenants sont disponibles sur le site du MEDEF consacré à l'innovation : [Développer l'intelligence artificielle vers une croissance augmentée](#)

Après les exposés, les questions ont été nombreuses par les chefs d'entreprise pour savoir comment développer leurs produits, procédés et activités grâce à l'IA. En dehors des contacts directs qui ont été établis, la suggestion la plus efficace, pour le moment, nous semble de rentrer en contact avec les acteurs qui sont fédérés dans l'**AFIA**, association française d'Intelligence Artificielle, qui fédère la communauté scientifique du domaine.

Enfin, last but not least, le gouvernement vient de lancer une initiative « stratégie nationale en IA » : <http://www.economie.gouv.fr/strategie-intelligence-artificielle-France-IA>.

Les acteurs eux-mêmes (publics et privés) vont définir les priorités de recherche, et le PIA 3 permettra de renforcer les filières scientifiques à l'université ainsi que les programmes de recherche en intelligence artificielle, le transfert de ces technologies aux entreprises et, in fine, soutenir le développement de produits et services innovants.

■ Ouverture

Laurent GOUZÈNES

Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF

(✍ Support de présentation : L'intelligence artificielle, technologie clé)

Cette nouvelle matinale porte sur l'intelligence artificielle, après une matinale consacrée aux mathématiques il y a deux ans. Pour me présenter rapidement : j'ai un doctorat en intelligence artificielle et réalisé de nombreux systèmes experts, dont un des tous premiers systèmes experts opérationnels, qui a servi à concevoir l'ensemble des pièces en matériaux composites de l'A320. Je m'occupe également du comité Recherche Innovation du MEDEF.

Ces matinées technologiques ont pour objectif de stimuler la compétitivité des entreprises en leur apportant des éléments dont nous pensons qu'ils sont structurants. L'objectif est de sensibiliser et d'initier vos compétences, tout en fournissant une réflexion collective sur les éléments techniques et organisationnels nécessaires au développement de cette technologie en France. Cette session dure une demi-journée. Vous bénéficierez des documents de ces présentations sur le site du MEDEF dédié à l'innovation, « Innover en France ».

L'intelligence artificielle est aujourd'hui omniprésente. Elle est revenue à la mode grâce à la victoire récente du programme de Google contre le champion de Go. Nous avons cependant des applications opérationnelles depuis plus de 30 ans dans l'industrie. C'est ce que nous vous montrerons au-

jourd'hui. Qu'est-ce que l'intelligence artificielle? Quelle maturité, quelles technologies? A qui sert-elle? Nous allons vous démontrer que nous pouvons l'installer partout, tant pour les grands groupes que pour les PME. Une question qui nous importe à tous est celle de savoir si la France est dans une situation compétitive à ce sujet, et comment nous pouvons développer l'emploi dans les entreprises. On parle beaucoup de l'intelligence artificielle comme étant destructrice d'emplois; nous pensons pour notre part qu'elle est un élément de création d'emplois.

Le programme est le suivant :

- Pour l'introduction nous aurons Pierre GATTAZ qui sera suivi du Ministre de la recherche, Thierry MANDON ;
- Yves DEMAZEAU présentera l'Association française pour l'Intelligence Artificielle ;
- Nous aurons ensuite deux sessions présentant, par des grands groupes et des PME, les différentes applications, en finances, dans les télécommunications ou encore les transports, de l'intelligence artificielle.

Je donne à présent la parole à Pierre GATTAZ, qui est ingénieur de Sup Telecom, président de Radiall et du MEDEF. C'est un industriel technologue et technophile.

Pierre GATTAZ | *Président du MEDEF*

Monsieur le Ministre, cher Thierry, Mesdames et Messieurs, cher Jérôme FRANTZ, président de la commission Compétitivité-Innovation-Attractivité et ancien du MEDEF, cher Laurent GOUZÈNES, patron du comité Recherche Innovation du MEDEF. Le MEDEF est votre maison. Je suis ravi que nous puissions passer une matinée ensemble sur l'intelligence artificielle.

Nous avons organisé il y a quelques mois une matinée sur les mathématiques. Elle s'était très bien déroulée. Il est important que nous puissions parler

de l'intelligence artificielle. Je reviens de Las Vegas, comme un certain nombre d'entre vous, où j'ai vu des Français, beaucoup de start-ups françaises, et des objets connectés. Au fil du temps, nous constatons qu'il s'agit de plus en plus de B-to-B¹. Nous voyons arriver des constructeurs automobiles, des équipementiers, de la domotique intelligente, de grandes sociétés françaises qui, même lorsqu'elles n'exposent pas sur ce salon, s'intéressent à ce phénomène du big data, et à cette idée de capter les données, avec les objets connectés. L'intelligence

1. B-to-B : *Business to Business* par opposition à B-to-C : *Business to Consumers* (Note de la Rédaction (NdlR)).



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

artificielle était donc très présente à Las Vegas. C'est un sujet sur lequel nous devons absolument travailler.

L'IA revêt des enjeux très importants, pour alimenter le *machine learning*, ou le *deep learning*. Nous voyons cela couramment dans l'ensemble des filières et dans toutes les entreprises, qu'il s'agisse de start-ups ou de grandes sociétés. Au niveau du MEDEF, nous allons lancer un projet « Métamorphose », qui sera présenté dans quelques semaines. Mon collaborateur Olivier MIDIÈRE, ambassadeur du MEDEF pour le numérique, a vocation à définir une sorte de pyramide de la métamorphose, constituée d'un premier socle de sensibilisation de chacun sur la révolution numérique, du *big data* et des NBIC². La troisième édition de l'Université du numérique aura lieu les 15 et 16 mars au sein du MEDEF. Elle permettra une sensibilisation à cette révolution. Nous échangerons des guides de bonnes pratiques, et inviterons des experts divers du monde entier.

Le deuxième niveau de la pyramide est constitué de la formation, avec le Campus numérique. Nous avons en effet lancé des MOOC, que nous sommes en train de tester dans des MEDEF territoriaux, auprès d'adhérents. Nous avons aussi mis en place un outil d'auto-évaluation de la maturité digitale des entreprises.

Le troisième niveau de la pyramide concerne

Thierry MANDON

Secrétaire d'Etat chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche auprès de la ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs. Dans la recherche mondiale des nouveaux Eldorados, l'intelligence artificielle arrive en tête. Je vous citerai trois expériences récentes. J'ai visité il y a quelques jours l'IRCAM, un institut de recherche sur la culture, les sons et la musique, situé sous le centre Pompidou. Les chercheurs présents m'ont montré une improvisation entre un ordinateur et un musicien de jazz. Des plateformes techniques et technologiques permettant à des entreprises françaises et des chercheurs de bâtir ces produits et de les rendre compétitifs sur le marché doivent être

les incubateurs et les accompagnements. Nous sommes en train d'imaginer des délégations permettant d'observer des écosystèmes de start-ups du numérique en France, en Europe, voire au-delà, pour accompagner ces PME et ETI³ qui ont besoin de se transformer.

Enfin, la pointe de la pyramide est constituée par le financement. Nous sommes en train d'imaginer la mise en place d'un fond d'investissement pour les PME et les TPE, afin de les aider à se transformer. Ce projet a deux cibles. Nous avons évalué à 100 000 les PME qui ont besoin de se transformer, en France. S'agissant des start-ups françaises, il faut impérativement qu'elles grandissent et puissent se transformer en PME, en ETI, voire en grands groupes.

Les GAFAs sont toutes américaines aujourd'hui. Nous avons l'expertise, l'intelligence et les talents nécessaires, et il est regrettable que nous nous fassions piller nos chercheurs et ingénieurs. Il faut donc que nous aidions nos start-ups à grandir, et que nos financements ne restent pas en périphérie de la France. Cela suppose une fiscalité attractive, et des réformes structurelles. Nous devons également conserver les centres de décision et les expertises en France, bien que ces sujets soient mondialisés. Le niveau européen est le deuxième niveau que nous devons étudier.

Bonne matinée, et merci de votre attention.

construites.

Par ailleurs, les rapports demandés par le Président Obama sur l'intelligence artificielle ont permis d'identifier le pays qui investissait le plus dans l'intelligence artificielle, en l'occurrence la Chine. Il est à noter que le Président Obama, très intéressé par le sujet, se réunissait chaque semaine avec un conseiller dédié pour discuter de cette thématique.

J'ai été nommé à la Recherche il y a plus d'un an. J'ai déjà eu l'occasion d'inaugurer deux laboratoires de recherche de grandes ambitions sur l'intelligence artificielle en France : Facebook et Huawei.

2. NBIC : Nanotechnologies, biotechnologies, informatique et sciences cognitives. (NdlR)

3. ETI : Entreprises de tailles intermédiaires. (NdlR)



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Nous avons toutes les briques scientifiques pour être le grand pays de l'intelligence artificielle : une tradition mathématique exceptionnelle, une tradition dans l'informatique, la robotique et tous les secteurs formant l'intelligence artificielle, mais également des formations à la fois dans les écoles d'ingénieurs et à l'université, qui préparent des professionnels convoités par le monde entier, et enfin une recherche publique organisée de manière historique, par le CNRS, qui a l'avantage d'être un organisme de recherche pluridisciplinaire, qui peut marier les sciences dures et les sciences humaines, et par des instituts comme l'INRIA (Institut National de Recherche en Informatique Appliquée).

Pour y parvenir, nous devons changer profondément nos points de vue sur trois sujets. D'abord, nous devons construire l'intelligence artificielle à la française, en intégrant les sciences humaines et sociales. J'étais au Japon il y a six mois. Nous avons assisté à une démonstration, qui était glaçante, car elle ne concernait que de l'illusion technologique pure. La question de l'acceptabilité par l'homme et des bouleversements engendrés par l'IA est pourtant majeure.

Il y a trois jours, nous faisons une présentation de ce que nous espérons être une stratégie française pour l'intelligence artificielle. Une personne

travaillait sur la robotique sociale. Cela me semble être une bonne démarche. De plus, nous devons renforcer les formations. Nous aurons en effet des besoins considérables de ressources humaines. Pour cela, nous avons besoin de cycles plus courts et plus professionnalisants. En outre, la globalisation économique et industrielle existe. Elle a pour effet d'accélérer les progrès technologiques et scientifiques.

Nous devons toutefois privilégier un certain nationalisme industriel sur l'intelligence artificielle. J'observe tous les jours que nos laboratoires et universités de recherche sont pillés de leurs meilleurs talents par des entreprises multinationales américaines, qui offrent des conditions de travail incroyables. Dans les discussions futures que nous aurons avec le ministère de l'Économie, la question du soutien de la création et de la croissance de nos entreprises françaises, mais aussi dans un secteur industriel naissant, des mesures spécifiques d'aides, doit être posée, pour faire émerger les start-ups de l'intelligence artificielle de demain et produire des produits qui, parce qu'ils auront intégré des problématiques de sciences humaines et sociales au moment même de leur conception, en même temps que des avancées technologiques, seront demandés dans le monde entier.

Je vous remercie.

Laurent GOUZÈNES | *Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF*

Je vais à présent donner la parole à Yves DEMAZEAU, qui est docteur en informatique, directeur de recherche au CNRS et professeur invité à l'Université du Danemark. Il a dirigé 51 études en master et 27 doctorats. Il est auteur de 173 articles et a donné 46 conférences. Il a travaillé dans des domaines

tels que les systèmes multi-agents, la gestion de l'énergie, l'information géographique, les services à la personne, etc. Il est président de l'Association française pour l'Intelligence Artificielle (Afia) depuis 2011.

■ Intelligence Artificielle de France

Yves DEMAZEAU | *Président de l'Afia*
(✉ *L'intelligence Artificielle de France*)

Merci au MEDEF, qui a eu l'initiative de l'organisation de cette journée consacrée à l'intelligence artificielle avec l'Afia. Je vais vous présenter l'Intel-

ligence Artificielle de France. L'Afia promeut et développe l'intelligence artificielle en France. Je vous proposerai un rapide panorama de l'intelligence ar-



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

tificielle au niveau international et les spécificités françaises. Je vous présenterai ensuite les activités de l'AfIA, association loi de 1901 qui existe depuis 1993. Enfin, je vous présenterai ce que l'Association peut faire pour les Entreprises de France, pour les aider à investir davantage en intelligence artificielle.

Le domaine de l'intelligence artificielle existe depuis longtemps. Ses prémices sont datées à 1956. Il s'agit d'une force tranquille, qui continue de progresser. Il s'agit initialement de l'imitation du comportement humain, par l'usage électronique et informatique. L'objectif est de créer des systèmes dont le comportement s'apparente à celui de l'être humain. La capacité humaine de se développer, en l'occurrence, est probablement arrivée à son terme. Pour les machines, en revanche, les résultats d'IA progressent chaque année. La distinction entre données et connaissances est un point très important. Nous ne traitons pas des données, ou alors via des procédures intelligentes, mais des connaissances. Suivant les acceptions, en Allemagne, l'IA peut représenter 50 % de l'informatique. En France, cela a pu atteindre 20 % dans le passé, mais l'intelligence artificielle est enfouie partout. L'AfIA est un lieu unique de rencontre des forces françaises en intelligence artificielle.

L'IJCAI est la conférence internationale de l'intelligence artificielle. Les thèmes importants actuels sont l'apprentissage profond (*deep learning*), les réseaux neuronaux et sociaux (*neural and social networks*), la planification (*planning*), la connaissance, etc. L'IA recouvre tous ces sujets. Les thèmes scientifiques développés à la dernière IJCAI, qui eut lieu à New York, étaient le système multi-agents, l'IA et le web, l'analyse combinatoire et la recherche heuristique, le contexte humain, etc. Lorsque j'ai commencé à travailler sur ces sujets, l'intelligence artificielle regroupait tous ces thèmes au sein d'une même conférence. L'enjeu était alors surtout de comprendre comment construire une machine intelligente composée de tous ces ingrédients. Cette question s'étant avérée très complexe, le problème a été décomposé. L'enjeu ultime reste l'intégration de ces différentes parties.

En France, nous avons identifié une dizaine de thèmes, auxquels correspondent presque autant d'associations. Cet éclatement nous pénalise aujourd'hui, et nous avons donc tout intérêt à

faire interagir ces thèmes. Au passage, l'apprentissage profond, qui a réveillé l'intelligence artificielle ces dernières années, ne correspond selon nous qu'à 50 % de l'apprentissage automatique, qui est lui-même l'un de ces dix thèmes (interaction avec l'humain, reconnaissance des formes, représentation/raisonnement, robotique automatique, satisfaisabilité/contraintes, ingénierie des connaissances, système multi-agents, traitement automatique des langues).

L'AfIA, créée en 1993, est une société savante. Elle a été fondée par le professeur LAURENT à l'occasion de la tenue de l'IJCAI à Chambéry dont il présidait le comité d'organisation. Elle a pour but de favoriser de promouvoir et de développer l'IA en France. A mon arrivée en 2011, j'ai proposé un plan sur neuf ans, que nous déroulons depuis. Nous avons trois objectifs : désenfourer l'intelligence artificielle, réunir les communautés spécialisées et interagir avec les autres communautés. Actuellement, nous sommes en croissance. L'année dernière, nous comptons 359 membres, dont encore bien trop peu d'industriels. Rejoignez-nous !

Désenfourer l'intelligence artificielle. Nous tenons chaque année une conférence nationale, et organisons deux journées propres, dont l'une, en octobre, s'intitule « Perspectives et Défis de l'Intelligence Artificielle (PDIA) ». En 2015, le thème en était « Les Apprentissages ». En 2016, les « Impacts Sociaux de l'Intelligence Artificielle ». L'autre journée que nous tenons, tous les mois d'avril, est un « Forum Industriel de l'Intelligence Artificielle (FIIA) ». L'année dernière, il s'agissait surtout du lancement du Collège Industriel de l'AfIA, où les membres ont discuté de l'investissement de l'intelligence artificielle dans leur environnement. Nous sommes régulièrement consultés par les journalistes, par des élèves, et par de nombreux acteurs. Nous publions des bulletins trimestriels, depuis 2011, et avons [une page web](#) et des réseaux sociaux. Vous pouvez également envoyer un email à brevés@afia.asso.fr, afin de recevoir gracieusement tous les 15 du mois, une information sur les événements en intelligence artificielle en France dont nous avons la connaissance.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Réunir les communautés spécialisées. La « Plate-Forme Intelligence Artificielle (PFIA) » se tient chaque année en juillet. Comme dit précédemment, nous en identifions une dizaine, qui pourront donner lieu à autant de collèges thématiques, et qui se retrouvent en particulier au sein de cette plateforme. L'occurrence 2017 de cette plate-forme, **PFIA 2017** aura lieu du 3 au 7 juillet à Caen. Je vous invite à nous y rejoindre. Vous y rencontrerez les deux collèges thématiques actifs à ce jour : l'un sur les « Sciences de l'Ingénierie des Connaissances » et l'autre sur les « Systèmes multi-agents et les Agents Autonomes ». Nous espérons lancer trois nouveaux collèges cette année. Nous avons par ailleurs le Collège industriel qui se charge du Forum industriel de l'Intelligence Artificielle ainsi que de la conférence sur les applications pratiques. Depuis deux ans, nous réalisons aussi des compétitions d'intégration, qui sont un mécanisme incitatif pour que les collègues des dix collèges interagissent pour pouvoir, avec un objectif commun, intégrer leurs différentes technologies. A ce stade, il s'agit de compétitions académiques. Cette année, la compétition porte sur l'intelligence artificielle dans les jeux interactifs. Nous espérons que ces compétitions, à l'avenir, aient par exemple pour objectif de résoudre des problèmes de nature industrielle qui seraient soumis par un des membres du Collège Industriel.

Interagir avec les autres communautés. À ce niveau, il s'agit surtout d'interagir avec d'autres communautés, via des journées communes avec d'autres sociétés savantes et associations loi de 1901, comme le MEDEF, et des groupements de recherche du CNRS, mais aussi des pôles de compétitivité. Je reviendrai à la fin de mon intervention sur les journées communes que nous avons en prévision et je vous invite à y participer. Egalement, nous sommes consultés régulièrement, par l'Académie des technologies, par différents instituts comme l'IHEDN⁴, par des municipalités et associations qui s'inquiètent de l'impact de l'intelligence artificielle sur leurs administrés, et par la presse, qui relaient les progrès de l'heure en intelligence artificielle, avec un fort centrage sur ce qui se passe aux États-Unis.

Il est vrai que s'agissant du rapport entre les entreprises et l'IA, les États-Unis ont compris depuis longtemps l'intérêt de cette interaction. Les GAFAs nous imposent aujourd'hui leur point de vue et pillent nos collègues. Nous voulons donc mettre en lumière les réalisations françaises. Avec le MEDEF, nous avons conçu la journée d'aujourd'hui il y a six mois. Il y a 25 ans, nous parlions beaucoup de systèmes experts. Sans l'amélioration des algorithmes en systèmes profonds, nous parlerions aujourd'hui davantage de véhicules autonomes que d'apprentissage. L'objet scientifique de l'intelligence artificielle reste donc valable, de manière inéluctable, tant que nous n'aurons pas produit de machine imitant le comportement humain. Nous avons encore du travail devant nous.

Monsieur le Ministre a évoqué l'effort des États-Unis en intelligence artificielle. Le Président OBAMA avait effectivement un conseiller très compétent en la matière. Quatre colloques avaient été lancés au niveau national. Ils ont donné lieu à deux rapports, qui peuvent être consultés sur internet C'est la lecture de ces rapports qui a lancé le déclenchement d'une stratégie nationale en IA pour la France.

J'ai pu assister au plan de prospective des GAFAs, à la fin de la conférence IJCAI 2017. Il apparaît que Google, Amazon et Facebook, dans leurs plans de prospective, se sont « partagés le gâteau ». L'un des dix objectifs d'Hilary CLINTON était de vouloir permettre aux États-Unis de conserver leur leadership technologique au niveau mondial. Le leadership de Donald TRUMP n'étant pas moindre, nous sommes en mesure de penser que les investissements en IA aux États-Unis et les acteurs sont parfaitement organisés et coordonnés pour imposer leurs vues. Dans ce pays, l'industrie automobile investit également beaucoup en intelligence artificielle. C'est cependant en Chine que l'investissement semble le plus conséquent. En mai, le nouveau plan national a intégré un programme en IA sur trois ans. J'ai été personnellement fasciné, en janvier 2016, par le lancement du drone *Ehang 184*. Ce drone pèse 200 kg et peut transporter une personne qui lui indique juste *via* un écran tactile la

4. IHEDN : Institut des hautes études de défense nationale. (NdIR)



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

destination à laquelle il souhaite se rendre. Il possède une autonomie de 25 minutes. Les Chinois ont beaucoup investi en la matière, et ont une vision différente voire complémentaire de celle des Américains. Je pense qu'il ne faut pas ignorer ce qui s'y déroule. Le Japon a quant à lui également lancé un nouveau plan d'action en intelligence artificielle sur trois ans. La robotique est dominante dans leurs investissements. Il y a plusieurs raisons à cela ; l'une des plus fascinantes est que le shintoïsme permet de penser que l'on peut se réincarner dans un objet. La relation d'un Japonais avec un robot est donc assimilable à celle que ce Japonais peut avoir avec un autre être humain. L'acceptabilité de la robotique au Japon est telle qu'elle ne le sera jamais ici. Je pense qu'il faut accepter ces différences et cultiver nos spécificités, nous sommes complémentaires et avons notre vision de l'intelligence artificielle à valoriser nous aussi.

Pour un dernier retour sur l'AfIA, notre site web comporte des dossiers et thématiques. Il s'agit de cartographies d'équipes de recherches qui travaillent sur différents domaines : agronomie, innovation, robotique, éthique, *big data*, réalité virtuelle, médecine, EIH, jeux vidéo, aide à la décision, etc. Ces documents sont libres de tout droit. Il s'agit de facilitateurs offerts à tous pour trouver les bons interlocuteurs. Pour revenir sur la plateforme PFIA 2017, six conférences thématiques vont avoir lieu, dont une conférence Jeunes Chercheurs et une conférence sur les Applications Pratiques. Je vous solliciterai pour sponsoriser cet événement, et vous remercie d'avance pour vos contributions.

J'avais annoncé que je reviendrai sur les autres journées communes que nous organisons, j'y suis. Le 2 février, nous avons planifié une journée avec la SPS, Société de Philosophie des Sciences. Nous avons le 17 mars une journée avec l'AFIHM sur l'interaction Homme-Machine. Le 27 avril aura lieu le

Forum Industriel de l'Intelligence Artificielle. Puis nous aurons en juin une journée « EIAH » avec l'ATIEF, en juillet une journée « Jeux informatisés » avec le pré-GdR AFAIA du CNRS, une Journée « Éthique » avec le COMETS du CNRS et la CNIL, Commission qui cet après-midi lance un débat public sur les enjeux éthiques des algorithmes, dont ceux en intelligence artificielle. Derniers rendez-vous, une journée Recherche Opérationnelle en septembre avec la ROADEF, et enfin, le 6 octobre se déroulera la journée « Perspectives et Défis de l'Intelligence Artificielle », dont nous n'avons pas encore défini le thème.

Pour toutes ces raisons, je vous encourage à rejoindre le collège industriel de l'AfIA, qui existe depuis 12 mois. Les acteurs qui le rejoignent peuvent exprimer leurs besoins de recherche, discuter leurs besoins de formation, et nous pouvons mettre en correspondance ces besoins avec des équipes de recherche de France. S'agissant des acteurs de ce Collège, nous avons aujourd'hui quatre Grandes Entreprises et trois ETI, PME et TPE, dont certaines s'exprimeront aujourd'hui. Rejoignez-nous !

En conclusion, nous savons que vous êtes en veille des cycles de la science au-delà des phénomènes médiatiques. L'IA progresse. Toujours. Et pour encore longtemps. L'AfIA vous propose de faciliter vos investissements en direct, avec les forces vives de France. S'agissant du Programme d'Investissement d'Avenir, la troisième vague devrait inclure une part importante consacrée à l'Intelligence Artificielle.

Vous aurez peut-être besoin de partenaires académiques. L'AfIA défend toute l'intelligence artificielle, sans prosélytisme ni exclusive, tant au niveau académique que de celui des entreprises. J'espère donc que nous nous reverrons bientôt. Je vous remercie pour votre attention.

Laurent GOUZÈNES | *Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF*

Yves CASEAU est un ancien élève de l'École Normale Supérieure de la rue d'Ulm, qui a fait un doctorat. Il a beaucoup travaillé dans le domaine de l'intelligence artificielle et de la programmation, chez Alcatel Alstom, Bouygues Telecom, et de-

puis trois ans dans le groupe AXA, où il est directeur digital et s'occupe de l'introduction du digital et de l'intelligence artificielle dans tous les métiers d'AXA.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ Le renouveau de l'intelligence artificielle et les technologies financières

Yves CASEAU

Directeur du digital, AXA Groupe

(✉ *Le renouveau de l'intelligence artificielle et les technologies financières*)

Bonjour à tous. J'interviens aujourd'hui également en tant que président TIC de l'Académie des technologies, qui a eu le plaisir de faire intervenir Yves DEMAZEAU.

Nous travaillons en choisissant un sujet et en écoutant les experts de la place parisienne. L'extraordinaire explosion des investissements en intelligence artificielle ne vous aura pas échappé, en 2014 et 2015, qu'il s'agisse des sommes massives dépensées par les GAFAIM, ou par les sommes très importantes en *venture capital*⁵, qui se traduiront par une prochaine génération de résultats. Par ailleurs, bien que nous nous inscrivions dans un cycle long de 30 ans, des événements continuent à se produire. Nous travaillons ainsi depuis 30 ans sur plusieurs sujets : la reconnaissance du langage, des formes, ou des images. Un concours a été lancé entre des humains et des machines pour reconnaître les images, et depuis longtemps, les performances des machines sont en retrait de celles des experts, avec environ 5 % de reconnaissance d'images complexes. Il y a deux ans, IBM puis Microsoft ont indiqué que la performance humaine avait été dépassée. L'autre phénomène frappant est l'arrivée massive des open sources, puisque les grandes entreprises mettent leur savoir-faire à disposition sous forme de bibliothèques d'algorithmes open source. Les algorithmes sont partout, mais pas le savoir-faire, les données ni les protocoles d'apprentissage. Nous pensons donc qu'il ne s'agit pas d'une commodité.

Face à cette révolution technologique, un certain nombre d'acteurs de la *Singularity University*, et en particulier l'*Exponential Organization*, affirment aux entreprises qu'elles doivent changer la façon dont elles sont organisées pour absorber ces vagues successives de changements technologiques, qui se produisent tous les ans. Le sujet est très riche. Le problème que l'on cherche à résoudre est-il bien défini ? Le scope est-il précis et formalisé, ou

extrêmement large ou relevant du sens commun ? Ces questions permettent de définir un plan en deux axes : des sujets sur des domaines très larges avec des questions mal posées, et à l'inverse, des questions bien définies sur des sujets bien définis. L'IA que l'on a réussie est celle dont on ne parle plus, puisqu'elle fait déjà partie de notre quotidien. Elle continue cependant à s'améliorer. Les *robotic process advisors* (RPA), permettant d'automatiser les processus dans l'entreprise, ne font ainsi que progresser. Ils sont de plus en plus pertinents pour améliorer l'efficacité dans les entreprises.

Une frontière actuelle réside dans la capacité de faire du *deep learning*, ces algorithmes de réseaux neuronaux multi-couches. Lorsqu'un sujet est bien défini, si l'on dispose de nombreuses données, les algorithmes neuronaux livrent des résultats spectaculaires.

Cette méthode s'applique aussi à la résolution des problèmes métiers des entreprises. Un tiers des personnes qui ont assisté à la *Singularity University* sont des financiers qui appliquent déjà ce type de méthodes à des décisions d'investissements. La seconde frontière a trait à la capacité de dialoguer en langage naturel. Nous en sommes à la première phase, où les « chat bots » permettent d'échanger des messages simples. Cette technologie peut déjà changer l'efficacité de la relation client entre les entreprises et leurs clients. A la *Singularity University*, un des papes de l'intelligence artificielle, Ray KURZWEILL, affirme que quelques années sont nécessaires avant la production d'agents capables de passer le test de Turing.

Dans le monde de l'assurance, l'intelligence artificielle est omniprésente. La reconnaissance vocale de bout en bout arrivera prochainement, puis, plus tard, les smart assistants, qui pourront gérer des problèmes clients dans un contexte large. L'IA représente donc un ensemble complexe de techniques

5. Un investissement en *venture capital* (en français : capital-risque) est une prise de participation au sein de sociétés non cotées. (NdIR)



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

qui se combinent. Les technologies de l'intelligence artificielle viennent de l'extérieur. La compétence principale d'une entreprise est de se montrer capable d'intégrer ce flux constant d'opportunités que sont les nouvelles technologies. Un grand nombre de start-ups utilisent ces nouvelles possibilités technologiques comme différenciateurs. Lemonade mélange ainsi du « *chatbots* », soit la possibilité d'être en contact permanent avec le client via un canal conversationnel, des règles permettant de savoir si l'on va proposer une assurance et à quel prix, et de manière plus classique, en détection de fraude, la possibilité de traiter une demande en quelques secondes. Wealthfront n'est plus une start-up, mais utilise des *robot advisors* avec un grand succès. Ils gèrent 3 milliards d'*assets* par des techniques d'IA. Cape Analytics utilise beaucoup les nouvelles technologies, GPU, *etc.*, pour opérer les calculs des assureurs. Enfin, Predicat réalise de la prédiction de catastrophes naturelles. L'IA qu'utilisent les start-ups est en outre *customer friendly*. Les start-ups montantes sont en effet caractérisées par un discours qui touche tous les points névralgiques et les difficultés relationnelles des clients par rapport à leur assureur ou leur banquier. L'IA sert, à l'intérieur de la machine, à automatiser et garantir des temps de réponse très rapides. Les technologies modernes, en particulier les « *chatbots* », sont mis au service de la qualité d'usage. Ils utilisent des outils

open source et les services des GAFAs. Ce sont des algorithmes connus. Il y a quelques années, avec la *National Academy of Engineering*, j'ai participé à une conférence à Chantilly sur les *big data*. Chaque fois, les algorithmes sont connus, mais les paramètres et le savoir-faire pratique font la différence. Cela illustre le fait que le savoir-faire et l'expérience s'acquièrent. Il s'agit d'être capable d'imiter cette capacité à apprendre à partir de la donnée client, autour desquelles se sont construites ces start-ups. De plus, elles utilisent des piles logicielles modernes, et sont capables de grossir.

En conclusion, en termes de recommandations, il est nécessaire de commencer à réaliser des jeux de données, mais également à jouer avec les technologies mûres (comme les RPA) et celles qui sont en train de mûrir avec les « *chatbots* ». La question à se poser n'est pas ce que doit faire une entreprise pour favoriser l'IA, mais ce qu'elle doit arrêter de faire pour empêcher l'IA de se développer. L'innovation doit être émergente et distribuée. Par ailleurs, des données sont nécessaires. Les start-ups des fintechs s'inscrivent dans cette tendance. Il s'agit également de fabriquer une informatique *IA friendly*, avec un environnement permettant à l'IA de s'intégrer facilement. La culture de lab science est par ailleurs nécessaire. Enfin, la persévérance est indispensable.

Laurent GOUZÈNES | *Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF*

Nous allons à présent parler de connaissances avec Alain BERGER, qui a un doctorat en Enseignement Intelligentement Assisté par Ordinateur (EIAO). Il a fait un parcours dans l'industrie, chez

Siemens et Renault notamment, et en 2000, a fondé la société Ardans, qui réalise de l'ingénierie de connaissance. Il a de nombreux clients, tels qu'Arcecelor Mittal, ERDF, Air Liquide, Michelin, *etc.*



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ Ingénierie de la connaissance : mémoire de la société, transfert des savoirs, socle de l'innovation

Alain BERGER

Directeur général, Ardans

(☞ Ingénierie de la connaissance : mémoire de la société, transfert des savoirs, socle de l'innovation)

Pour reprendre les derniers mots de l'exposé précédent, il faut effectivement persévérer et y croire. Nous sommes nombreux à vous expliquer que l'intelligence artificielle (IA) existe depuis de nombreuses années. En 1983, alors que j'étais étudiant à l'Université Paris 6, le Professeur Jean-Louis LAURIÈRE se félicitait parce qu'elle rentrait à l'école Polytechnique. Cette intelligence artificielle a plus que jamais de nombreuses facettes. Nous évoquons ici l'ingénierie de la connaissance selon un triptyque « mémoire de la société », « transfert des savoirs » et « tremplin de l'innovation ».

Ardans est aujourd'hui une société mondiale de 16 personnes, basée à Paris Saclay. Nous travaillons dans un ensemble de réseaux de sociétés innovantes et de sociétés savantes dont l'Afia. Nous faisons partie des membres fondateurs du collège industriel de l'Association pour l'Intelligence Artificielle. À ce sujet, nous vous invitons tous à venir y participer, notamment au prochain Forum industriel du 27 avril 2017 qui se déroulera à Paris Descartes, rue des Saints Pères.

L'entreprise Ardans propose à la fois de l'ingénierie et de l'édition de logiciels. Nous avons ainsi élaboré Ardans Knowledge Maker, par exemple, qui est une plate-forme conçue pour modéliser et gérer des éléments de connaissance.

L'IA consiste aussi à mettre à disposition des outils capables de mobiliser des contenus et des raisonnements (voir [diapo 3 du support](#)).

Nos clients sont principalement de grandes structures. Nous sommes très présents dans le monde de l'industrie, de l'énergie, des services, et maintenant de l'Etat : même la Sécurité sociale s'intéresse à ces technologies pour aider leurs agents face aux milliers de règles existantes qu'ils sont censés maîtriser au quotidien (voir [diapo 4 du support](#)).

Ainsi que les logos l'indiquent sur la carte mentale de l'Afia, Ardans est présente dans plusieurs domaines de l'intelligence artificielle. La partie de

l'ingénierie de la connaissance que nous pratiquons vient des systèmes experts. Depuis, les technologies ont évolué, et le web a pris une importance clé. Nos clients sont amateurs de la protection de leur actif « savoir » et ils ont connaissance de tout le temps qui est nécessaire afin de l'acquérir et de le justifier complètement. Dans les années 90, la recherche s'attaquait au constat que la connaissance n'était pas seulement le fait de l'individu, mais aussi d'un groupe ; la méthode recouvrait le fait de les faire coopérer. Ces problématiques doivent être prises en compte dans nos systèmes. Nous devons faire interopérer des connaissances expertes avec de l'information. Il faut avoir des outils précis et efficaces pour amener cette intelligence vers l'utilisateur. Le point clé et central est in fine l'humain (voir [diapo 5 du support](#)).

La notion de connaissance a par ailleurs évolué au fil des siècles. L'attachement à la vérité et à sa compréhension reste cependant central. Cette vérité se construit aussi par l'expérience. L'intelligence artificielle a pour objet d'aider l'humain et l'entreprise à ne pas perdre (la) connaissance. L'ingénierie de la connaissance a aujourd'hui plusieurs acceptions. L'approche connexionniste, lorsque l'on exploite des volumes de données et que l'on essaie d'en extraire des raisonnements. L'approche cognitive, où l'on travaille sur une représentation, avec la notion de raisonnement sur des éléments de connaissance qui sont construits à partir d'entretien avec des experts. Dans l'approche connexionniste, les algorithmes sont bâtis sur les mêmes principes qu'il y a 30 ans, mais la puissance des machines et le volume de données susceptibles d'être manipulés en mémoire, permettent aujourd'hui d'aller plus loin dans la compréhension de certains phénomènes. Dans l'approche cognitive, il importe de savoir comment les humains ont acquis leur savoir, quelle confiance est accordée à leur connaissance et comment la valoriser. Chez Ardans, nous tra-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

vaillons principalement cette seconde approche qui nous mène déjà à ce triptyque « mémoire de la société », « transfert des savoirs » et « tremplin de l'innovation » (voir [diapo 7 du support](#)).

Pour les entreprises, il s'agit de pouvoir avoir une vision technique de ces éléments, et de disposer d'une représentation du métier qui soit lisible et intelligible, à la fois pour les experts et pour l'utilisateur, lorsqu'il est le consommateur de cette connaissance. S'il a confiance, il s'appropriera la connaissance proposée par le système. Il s'agit d'un des premiers éléments clés du transfert de connaissance. S'agissant de la stratégie, la question qui se pose est de savoir comment chercher ce que les procédures mises en place par l'entreprise et le technicien n'ont pas réussi à capter. Ces éléments seront alors stockés dans des dispositifs où ils sauront ultérieurement être retrouvés par des arborescences de classification (des ontologies), des requêtes sur des combinaisons de concepts voire même via un moteur de recherche. Ces contenus deviennent rapidement complexes ; il s'agit, avec les technologies de représentation de graphes, de naviguer dans des dispositifs qui recueillent aujourd'hui de plus en plus d'éléments de connaissance (voir [diapo 8 du support](#)).

Depuis les années 1980, l'ingénieur de la connaissance est formé pour réaliser ce métier de « capture de savoir ». Pour décrire son profil : il s'agit d'abord d'une personne qui est habilitée par l'entreprise ou le secteur (le sujet étant sensible et confidentiel). Il est généralement d'un profil scientifique. Curieux, il est capable de manipuler les techniques d'entretien. Synthétique et pédagogue, il a la capacité de récupérer cette connaissance lors des échanges avec les experts et de la reformuler, afin que les acteurs consultant dans le futur la base de connaissance puissent être à même de la comprendre. Il maîtrise les techniques destinées à la modélisation qui s'opèrent avec des outils informatiques. La dimension humaine est primordiale : l'ingénieur de la connaissance sollicitant l'expert, il s'instaure entre eux au fil des entretiens une complicité humaine. Avec cette capacité d'écoute, de reformulation, et de mise en situation de l'expert à partir de cas sélectionnés, il consolide et valide au fur et à mesure cette base de connaissance sur le domaine de l'expertise qui, il faut l'avoir toujours

à l'esprit, sera mise à disposition des utilisateurs concernés dans des situations qu'il convient d'anticiper au mieux (voir [diapo 9 du support](#)).

Pour résumer l'approche cognitiviste, on reprendra ces vers de Nicolas Boileau « Ce qui se conçoit bien s'énonce clairement, et les mots pour le dire arrivent aisément ». Pour la mettre en œuvre, on rappellera aussi que « l'intelligence artificielle est d'autant plus intelligente qu'elle intègre de l'intelligence humaine ». Cette approche cognitiviste se distingue par trois critères fondamentaux : une connaissance déclinée dans une structuration d'intelligence humaine implantée dans un modèle informatique, une justification de cette connaissance certifiée par la validation de l'expert, et enfin une capacité d'interopérabilité de cette connaissance avec d'autres applications du système d'information. Constituer la « mémoire de la société », avec une explicitation claire des concepts devient une pépite pour organiser le « transfert des savoirs » et constituer un « tremplin de l'innovation » (voir [diapo 10 du support](#)).

S'agissant du transfert des savoirs, il importe d'apprécier comment aider des personnes de métier à prendre en compte l'état des savoirs présents au sein de leur équipe. On produit ainsi des cartographies de criticité de connaissances sous différents formats, dont certains qui sont établis à partir des modélisations des activités du métier » (voir [diapo 12 du support](#)).

Si l'on regarde maintenant un exemple de dispositif html de gestion des connaissances de type « e-K .book » produit à l'issue de ces opérations dédiées à constituer la mémoire de la société. Cela ressemble à un site intranet. La navigation débute à partir d'un portail d'accueil. Ici, une thématique est sélectionnée, à partir de laquelle nous récupérons un ensemble de connaissances classées selon des catégories (Contraintes, Solutions, Fondamentaux *etc.*). Parmi ces éléments se trouve l'élément de connaissance adapté à l'attente de l'utilisateur. En cliquant sur le lien une fiche s'affiche avec son contenu. On note que pour des raisons ergonomiques, le sujet métier est rendu le plus concis possible, afin qu'il ait le plus de chance d'être compris et qu'il soit facilement actualisable dans le temps (voir [diapo 13 du support](#)).

Cette ingénierie de la connaissance est par



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

ailleurs un vrai tremplin pour l'innovation. Pour faire accoucher la connaissance, nous nous appuyons sur la question de savoir pourquoi il existe des trous de connaissance. Vous travaillerez avec les experts sur ces zones d'ombre représentées par ces « ? » pour apprécier les raisons de ces « vides » (voir [diapo 15 du support](#)).

Lorsque vous abordez des sujets exploratoires, comme avec des équipes de R&D, vous pouvez avoir besoin de modéliser un ensemble de phénomènes, acteurs, interactions, et de représenter les différentes facettes du métier. A partir de ces dispositifs, vous pouvez construire des scénarii, les coupler avec des simulateurs et chercher de nouvelles connaissances. L'intelligence artificielle, par sa force de représentation et sa visualisation associée, est aussi un moyen de solliciter plus avant l'intelligence humaine (voir [diapo 16 du support](#)).

L'innovation est aussi un processus formalisé dans un ensemble d'entreprises. On constate que le couplage entre les bases de connaissances et les processus d'innovation est intéressant pour tracer les sources des dispositifs, les mémoriser, et accompagner leur mûrissement et développement. A titre d'exemple, notre premier client sur le sujet était une société autrichienne, dans le domaine de l'*oil and gas*, qui souhaitait organiser au mieux le processus innovation de toutes ses filiales dans le monde, et a choisi de s'appuyer sur une base de connaissances afin de gérer en particulier les problématiques de propriété intellectuelle de ses innovations. Chez SPIE, en France, ce processus a commencé par le concours d'innovation, et s'appuie sur les bases de connaissance pour suivre les procédés d'innovation au sein de l'entreprise (voir [diapo 17](#)

[du support](#)).

Le leader français et mondial sur le pneumatique témoignait, au cours de notre dernier *users group meeting*, du fait que l'ingénierie de la connaissance ait plusieurs intérêts concrets. D'abord, elle a un intérêt en termes de formation des acteurs. En effet, sur un point aussi précis qu'un choix de matériau pour un pneumatique, des personnels pointus sont requis. Ceux-ci doivent en outre être correctement formés. Or cette formation n'est pas dispensée dans les écoles ou sur le web, mais dans les laboratoires. Un autre intérêt réside dans le fait d'améliorer les compétences des acteurs du service et la capacité de résoudre des problèmes. Il est alors intéressant de disposer de cas pour s'appuyer sur ces bases de connaissances. L'aspect de pérennisation de l'expertise, qui est liée à un homme, une technologie ou un projet, a aussi une certaine importance (voir [diapo 18 du support](#)).

Pour conclure, cette approche cognitiviste est aujourd'hui incontournable si l'on recherche l'efficacité de l'intelligence artificielle. Elle contribue à la constitution de la « mémoire de la société », est un catalyseur pour le « transfert des savoirs » et est un socle précieux véritable « tremplin de l'innovation ». Par rapport au schéma initial, nous avons déjà établi aujourd'hui un ensemble de ponts avec d'autres technologies. C'est une composante clé pour outiller l'organisation. Elle suppose de connaître ce que cette organisation sait, comment elle le maîtrise, dans le temps, dans les hommes, et de vouloir envisager de faire que ces systèmes puissent être plus performants ensemble (voir [diapo 19 du support](#)). Je vous remercie de votre attention.

Laurent GOUZÈNES | *Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF*

L'intervenant suivant, Patrick BASTARD, est ingénieur Supelec et docteur en sciences physiques. Il a travaillé trois ans chez Schneider Electric puis a passé une douzaine d'années à Supelec, où il était enseignant. Il a rejoint, en 2005, le groupe

Renault, où il s'occupe des trois grandes révolutions technologiques de l'automobile : la voiture électrique, la voiture connectée et la voiture autonome. Il est aussi l'auteur d'environ 80 publications scientifiques.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ L'intelligence artificielle, levier de progrès pour le développement des produits et services innovants de l'industrie automobile

Patrick BASTARD

Directeur de l'ingénierie des systèmes d'aide à la conduite, Renault

(☞ L'intelligence artificielle, levier de progrès pour le développement des produits et services innovants de l'industrie automobile)

Bonjour à tous. Je vais vous expliquer en quoi l'intelligence artificielle est devenue une technologie clé pour nos métiers. Avant tout, l'industrie automobile est mobilisée pour réussir trois révolutions, chacune d'entre elles suffisant à transformer en profondeur cette industrie. La voiture devient de plus en plus **électrifiée**, voire totalement électrique pour une partie d'entre elles. Elle devient en outre **connectée**, ce qui transforme radicalement la place de la voiture dans son écosystème et l'usage de la voiture elle-même par le client. Enfin, la voiture devient de plus en plus **autonome**. Nous lisons régulièrement dans les journaux des articles concernant des voitures de plus en plus autonomes, qui auront la capacité d'être totalement autonomes dans certains contextes de conduite. Cette tendance est réelle. Je vais revenir sur chacun de ces trois leviers, pour comprendre en quoi ces trois révolutions nécessitent de maîtriser des technologies qui n'étaient pas du tout automobiles jusqu'à très récemment. Cela nous renvoie à des questions relatives à la connaissance que nous devons développer dans une entreprise comme Renault, ainsi qu'à la compétence et à la nature des équipes que nous devons construire.

Pour être davantage autonome, la voiture est tenue de devenir plus intelligente. Nous développons de plus en plus d'aides à la conduite qui assistent le conducteur dans les différentes phases de conduite. La voiture doit percevoir son environnement, avec des caméras, radars et tous types de capteurs, puis analyser les éléments et prendre des décisions. Il peut s'agir d'un freinage d'urgence si un obstacle est considéré comme inévitable et que le conducteur ne freine pas. La dernière étape consiste à prévenir le conducteur et/ou prendre la décision d'agir. La décision passe essentiellement par le freinage, le contrôle de la direction et le contrôle moteur. Ce fonctionnement est assez proche de notre compor-

tement en tant que conducteur. Nous essayons de reproduire ces étapes pour proposer dans un premier temps des aides à la conduite, et dans un deuxième temps des véhicules assez autonomes dans certains types de situations. Percevoir l'environnement est cependant très complexe. Nous travaillons sur des trames vidéo, mais surtout sur des objets de haut niveau, qui sont issues d'une analyse des trames vidéo. À partir de ces dernières, il s'agit de détecter des piétons, des voitures, etc., et de prendre des décisions pertinentes. Du point de vue de l'analyse de l'image, cette situation peut être complexe. Les caméras sont des capteurs privilégiés. Nous manipulons aussi beaucoup les radars. Leur analyse fait appel à des spécialistes. Un radar renvoie en effet une cinquantaine à une centaine d'objets, avec des taux de probabilité associés. Cela conduit à fusionner des informations hétérogènes et à les manipuler, afin de fabriquer une compréhension totalement robuste de la scène de conduite. Certains éléments sont déjà installés dans les automobiles. Sur un Espace de dernière génération, vous trouverez les principaux capteurs, une caméra à l'avant, une à l'arrière, un radar à l'avant. Ces éléments permettent par exemple de réaliser un réglage de vitesse adaptatif, du freinage d'urgence, etc. Ce que nous développons depuis quelques années dans l'automobile repose assez peu sur l'intelligence artificielle. Il s'agit en effet de techniques assez classiques de traitement d'images et d'analyse de l'information. En revanche, nous nous intéressons beaucoup à l'intelligence artificielle parce que nous avons compris que l'écart entre des aides à la conduite dans lesquelles le conducteur reste au volant et est responsable de la conduite, et la phase où la voiture sera autonome, constitue une véritable rupture technologique. Celle-ci vise à gérer par exemple une infinité de scénarii. En conduite totalement déléguée, il n'est effectivement plus possible de compter sur



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

le conducteur pour gérer des situations de conduite sortant de l'ordinaire. De plus, le niveau de sécurité à atteindre est extrêmement élevé. Nous savons que nous ne pourrions franchir cette rupture si nous ne maîtrisons pas un certain nombre de technologies, dont l'intelligence artificielle, mais pas exclusivement. L'intelligence artificielle nous aidera à gérer des scénarii très diversifiés et nous inscrire dans une phase d'apprentissage.

La voiture est en outre connectée. Cette question renvoie à celle des cycles de vie. En effet, elle conduit à marier deux mondes qui communiquaient assez peu : les *smartphones* et les voitures, dont les temps de développement et la durée de vie sont très différents. Connecter la voiture permet d'offrir des services, par la communication de la voiture avec ses voisines, avec l'infrastructure, et à elle-même, avec des serveurs permettant de centraliser des données, de les partager et de les redescendre vers l'ensemble des voitures. Ces communications permettent de manipuler des volumes énormes de données, et la voiture s'inscrit dans un écosystème connecté. L'intelligence artificielle est utilisée essentiellement pour exploiter les données et créer des assistants virtuels qui renvoient au conducteur des conseils.

La voiture est par ailleurs de plus en plus électrique. Elle doit donc développer l'intelligence de l'écosystème dans lequel la voiture va être plongée. La production d'électricité est un enjeu clé pour les décennies à venir, qui s'inscrit dans un enjeu plus global de production et maîtrise de l'énergie. Elle passera nécessairement par une augmentation du taux des énergies renouvelables dans le parc complet de production de la France ou de l'Europe. Les énergies renouvelables ont beaucoup de vertus, mais l'inconvénient d'être assez versatiles. Elles nécessitent donc du stockage. Dans chaque voiture électrique, nous embarquons entre 20 et 40 kilowatts/heure. Pour réussir ce défi, qui consiste à utiliser ce stockage et à opérer du *vehicle-to-grid*, la voiture doit être un des éléments clés des *smart grids*, c'est-à-dire des réseaux intelligents. Il s'agira également d'injecter beaucoup d'intelligence dans le système. Nous partons d'un modèle où la production était très concentrée, et où la charge avait peu d'action, pour nous diriger vers un modèle où la

production sera très décentralisée et les charges seront un des maillons intelligents du système. Nous comptons beaucoup sur des technologies d'intelligence artificielle pour gérer ce système qui se caractérise par une complexité très élevée.

Le logiciel et l'intelligence embarquée ou débarquée de la voiture deviennent des éléments clés pour l'automobile. En 2015, le logiciel représentait 10% de la valeur totale de la voiture. Nous estimons qu'en 2020, cette valeur passera à 50-60 %. Des industries comme Apple ou Google s'intéressent justement depuis quelques années à l'automobile. Nous faisons tout pour que le logiciel devienne une composante clé de nos industries. L'intelligence artificielle contribuera sans aucun doute à la transformation de l'automobile. Elle doit être maîtrisée, pour développer nos voitures connectées, autonomes et électriques.

Nous avons mené cette dernière année une étude approfondie sur l'impact de l'intelligence artificielle sur nos métiers. Nous nous sommes aperçus que l'IA avait en effet des applications sur l'ensemble de la chaîne de conception, jusqu'à la prévente, en passant par la fabrication. Sur la prévente, le CRM (*customer relationship management*) est totalement transformé. Nous devons pouvoir exploiter les données pour proposer une relation différente à nos clients. Sur la phase logistique, toutes les problématiques d'optimisation de trajets et de coûts font partie des sujets pour lesquels nous avons des applications très intéressantes d'intelligence artificielle. Le fait de disposer de données en masse, en particulier grâce à la connectivité, et le fait que les moyens de calcul se soient considérablement développés, offrent de nouveaux leviers pour les constructeurs automobiles.

Dès que les nouvelles technologies impactent un domaine industriel, celui-ci se trouve transformé. Le numérique et l'algorithmique sont déjà passés par un certain nombre de domaines industriels, et ont transformé le paysage : téléphonie, photographie, musique, etc. Nous sommes aujourd'hui en ordre de bataille afin d'acquérir ces compétences, de développer les équipes et les partenariats, et d'introduire ces technologies dans nos voitures. Nous estimons être armés pour y parvenir.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Laurent GOUZÈNES | *Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF*

Patrick ALBERT est docteur informatique à Paris VI. Il a travaillé dès sa thèse sur les moteurs d'inférences et est un pionnier de l'intelligence artificielle en France. Il a travaillé pour ILOG. En 2009, il a participé à la création du Centre IBM des études avancées pour l'intelligence artificielle. Il a par ailleurs obtenu le prix de la croissance verte du MEDEF pour une application d'intelligence arti-

ficielle. Il connaît aussi très bien le bitcoin. Il monte actuellement une nouvelle start-up pour la production de documents légaux avec l'intelligence artificielle. Il va nous exposer sa réflexion quant à la question de savoir comment la France peut gagner de nouvelles batailles industrielles et en services, grâce à l'intelligence artificielle.

■ We didn't do anything wrong, but somehow we failed. Que faire pour réussir ?

Patrick ALBERT

CoFondateur, SuccessionWeb

(☞ We didn't do anything wrong, but somehow we failed - Que faire pour réussir ?)

Je commencerai par un exposé de la géopolitique de l'intelligence artificielle, en prenant l'exemple des États-Unis et de la Chine. L'État est en première ligne. La recherche sur la Google Car a été initialement financée par la DARPA, qui est l'organisme qui finance la recherche pour l'armée américaine. L'État soutient donc activement l'IA. L'interview du Président OBAMA sur le sujet a eu le mérite de motiver nos ministres français. Le Président TRUMP a pour sa part indiqué qu'il ferait tout pour aider ces acteurs à réussir.

Un plan stratégique a été mis en place et publié il y a quelques mois. Il indique que l'intelligence artificielle a vocation à améliorer tous les plans de la société. Il s'agit ainsi d'une technologie diffusante. Cette approche est actuellement déployée au sein de nombreuses entreprises et les GAFA dirigent la charge. Google, par exemple, revendique plus de 1 000 applications en intelligence artificielle. L'IA est souvent appréhendée comme liée aux GAFA, qui sont des industries du web. La seule façon en effet d'être adapté aux spécificités du web est d'automatiser.

Il est intéressant de voir comment des acteurs tels qu'Amazon, Tesla ou Uber peuvent être envisagés comme des entreprises qui ont placé l'intelligence artificielle au cœur de leur stratégie. Ama-

zon a ainsi commencé par les livres, en mettant en ligne un catalogue de centaines de milliers de livres, rien de très compliqué ni très intéressant car on se retrouve aussitôt devant la difficulté de trouver l'aiguille dans la botte de foin. Il s'est alors avéré nécessaire d'automatiser une partie clé de l'action du libraire, à savoir le conseil, en extrayant les cinq ou dix livres qui ont une chance d'intéresser l'utilisateur. Amazon a ainsi mis en place un système de recommandation, qui repose sur l'intelligence artificielle. Amazon revendique aujourd'hui 30% de ventes liées à ces recommandations. C'est l'Intelligence Artificielle qui a permis à Amazon de se démarquer de tous les catalogues en ligne. Il en est de même en termes de logistique, la méthode de stockage utilisée par Amazon s'appelle le *chaotic storage*. Des logiciels d'IA configurent, décident du stockage « chaotique » des colis en entrée des entrepôts, qui vont alimenter le stock, inversement ils indiqueront dans quelles étagères il faudra prélever les divers éléments d'une commande. Le magasinier ne court plus dans les allées, ce sont les étagères qui viennent à lui, déplacées par les robots Kiva —la société de robotique achetée par Amazon. Désormais, des pinces commencent à remplacer les bras des magasiniers et des drones permettent de réaliser les inventaires. Cela conduit à un gain de



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

compétitivité considérable, ce qui est le cœur de l'IA. Par ailleurs, Amazon a annoncé le lancement de la livraison par drone il y a un an. La première a eu lieu en décembre dernier en Angleterre, où le gouvernement les autorise à livrer et expérimenter un mode où le pilote peut piloter plusieurs drones et en dehors de son champ de vision. Enfin, sortant du monde virtuel de l'Internet, Amazon investit maintenant le réel pour devenir une compagnie « *bricks and clicks* » consistant à mélanger du digital et des boutiques. Amazon a ainsi annoncé l'ouverture de magasins sans caisses. La promesse est de supprimer les files d'attentes et l'inutile déballage/remballage des produits à la caisse. Il suffit de s'identifier et à la sortie de magasin Amazon ayant identifié les produits achetés envoie la facture.

On peut faire la même analyse dans le cas d'Uber, il s'agit d'une société qui repose sur l'intelligence artificielle. C'est l'Intelligence Artificielle qui lui permet de sélectionner les villes où se déployer, de calculer le prix des courses, d'attirer les chauffeurs dans les zones et au moment où il y aura de la demande, et enfin et surtout de permettre à des conducteurs sans formation de taxi de transporter des personnes sans connaître la ville où ils opèrent. Les chauffeurs Uber, dans leur grande majorité, suivent l'itinéraire calculé par l'IA. Sans ce calcul automatisé ils ne sauraient quelle route prendre, Uber n'aurait pas de chauffeurs. Enfin la prochaine étape promise par le PDG d'Uber est de se passer des chauffeurs : camion autonome pour les livraisons et voiture autonome pour le transport de personnes. Cette entreprise mise toute son activité sur l'automatisation grâce à l'IA. Le résultat est un succès mondial mené tambour battant, en six ans, 500 villes et 70 pays ont adopté Uber. Ces acteurs visent le monopole mondial.

Les ruptures sont de quatre natures : la technologique, les usages, le financement et le rapport aux réglementations. S'agissant de la technologie, il s'agit de *deep learning*, la technologie phare de l'apprentissage automatique. Cette technologie qui a explosé, permet à la machine d'apprendre elle-même, à partir d'exemples, la tâche à réaliser. Un mur de complexité a été abattu car d'une part il n'est plus besoin de programmer la machine – une tâche longue, difficile et coûteuse – et d'autre part, la machine peut s'améliorer au fur et à me-

sure qu'elle réalise sa tâche. Cette technologie est l'enjeu d'une énorme bataille au plan international, et il est intéressant de noter que la Chine a dépassé depuis deux ans les États-Unis sur ce sujet. Il ne s'agit rien moins que d'automatiser l'automatisation de la puissance intellectuelle. En ce qui concerne les usages et les performances, de nouveaux usages sont apparus, sur la compréhension de la parole, la traduction, ou encore la reconnaissance d'images. En cinq ans, nous sommes passés de 25% à 5% d'erreur. Enfin, nous observons une explosion des investissements qui occasionne une accélération des recherches et des développements de start-ups, ainsi qu'une attitude offensive vis-à-vis des lois et des réglementations. La taille des acteurs et l'intégration au sein des équipes dirigeantes d'anciens membres des gouvernements ou des hautes administrations les aidant à tester les limites des lois ou à influencer leur évolution.

Que faire en France ? Nous avons du potentiel et des chercheurs sollicités (et souvent débauchés) par les GAFAs. Une première étape consiste à comprendre la situation et prendre conscience des conséquences, à savoir que si nous ne suivons pas, nous disparaîtrons dans les 5 à 30 ans. Nous devons ensuite nous y mettre. En France, nous avons plus de 200 start-ups. Ce milieu est vibrant et démontre beaucoup de créativité. Ces start-ups proposent en effet de nombreux produits et services, qu'il est temps d'expérimenter. De plus, nous devons créer les conditions de possibilité pour que ceux qui sont innovants passent à l'acte, soient récompensés et s'organisent en réseau pour développer leurs idées et les rendre opérationnelles. Il faut également évoluer sur l'organisation. Un mode de management hiérarchique et rigide ainsi que la gestion des personnes par processus, ne sont pas efficaces et font fuir les plus créatifs. La terminologie de « *smart creatives* » a émergé dans la Silicon Valley pour désigner des personnes avec un grand potentiel intellectuel et surtout créatives. Il faut les trouver. Les ingénieurs, par exemple, peinent à passer une thèse et ne sont pas formés à la création et l'innovation. Les thèses CIFRE, peu coûteuses, peuvent porter leurs fruits. Les formations en alternance sont aussi une méthode efficace d'intégration des jeunes. Il faut également faire fructifier les nombreux jeunes talents en leur donnant la possibilité de



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

l'autoformation.

Je fais partie du groupe de travail sur la valorisation de la recherche en intelligence artificielle dans le cadre du plan national pour l'IA. Du 20 janvier au

14 mars, nous travaillerons sur le thème de l'industrialisation et du transfert. La communauté industrielle doit se mobiliser aux côtés de la communauté des chercheurs pour s'approprier ce plan.

■ Premiers échanges avec la salle

De la salle. En 2017, est-il possible d'envoyer un email en toute sécurité ? Par ailleurs, y a-t-il encore une place pour les personnes qui ont une vision globale ?

De la salle. Les agents intelligents deviennent de plus en plus performants, et nous suivons de plus en plus leurs préconisations. N'existe-t-il pas un risque à réduire la créativité humaine ?

De la salle. Vous avez énoncé trois évolutions majeures pour l'automobile, mais il en existe une quatrième : la réutilisabilité, où personne n'est propriétaire du véhicule, ce qui fait basculer le modèle économique.

De la salle. Je lance actuellement un programme de 20 millions d'euros dans le domaine de l'IA. Nous sommes dans le domaine de la logistique et des systèmes d'information. Les industriels ne sont pas présents dans le plan IA ; il existe un véritable mur entre eux et les ingénieurs. Comment trouver les meilleurs laboratoires et ingénieurs en France ?

Yves CASEAU. Les ordinateurs sont capables de mieux comprendre les emails. Un email standard d'entreprise ne met pas à l'abri de n'importe qui. Il est cependant possible de chiffrer les messages pour qu'ils ne soient pas lus. Cela suppose de la technologie.

Yves DEMAZEAU. J'ai la chance d'être l'un des fondateurs de l'un des dix thèmes actuels en intelligence artificielle, les systèmes multi-agents. Il y a 20 ans, je traitais des problèmes avec une centaine d'agents, il y a 10 ans avec 10 000 agents, et aujourd'hui avec un million d'agents. Quels problèmes vais-je pouvoir résoudre dans 10 ans ? Et

il est bien difficile d'imaginer la performance de ces systèmes... Mais le véritable enjeu est pour moi l'intégration des meilleurs composants en intelligence artificielle. Il serait ainsi nécessaire de développer une science de l'intégration des systèmes.

Pour le programme de 20 M€, je ne peux que vous encourager à rejoindre le Collège Industriel de l'AfIA afin que nous vous mettions en contact avec d'autres acteurs. L'AfIA fonctionne selon un système ascendant. Nous avons la cartographie de nos adhérents. Et l'une de nos missions est de mettre en relation des industriels de notre Collège Industriel avec la communauté académique. Mais déjà, à travers les dossiers de l'AfIA, disponibles sur le web, vous disposez d'indications sur des équipes de recherche qui travaillent sur certains domaines.

Patrick BASTARD. Concernant votre question sur Renault, vous avez raison. L'ensemble des trois révolutions impacte la relation du client à la voiture. Nous avons une activité importante de recherche et d'innovation pour développer des services et pour repenser la relation entre nos clients et l'automobile. En effet, les technologies apparaissent comme des *enablers*. Pour la voiture autonome, l'étape ultime est la voiture sans conducteur, ce qui impacte énormément la relation à l'automobile. Avant même cette étape, des voitures plus connectées permettent d'offrir des solutions d'autopartage. Auto-lib est également une expérience très intéressante. Nous abordons donc cette réflexion de l'usage de manière transverse. La question se pose surtout dans les milieux très urbanisés, puisqu'une majorité de nos clients vit dans des milieux urbains. Ce pourcentage ne fera que croître dans les années à venir.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Laurent GOUZENES. Vous nous avez indiqué une évolution de la part du logiciel dans la valeur totale de la voiture. Cela signifie-t-il que les voitures seront deux fois plus coûteuses ?

Patrick BASTARD. Non, et il s'agit d'une des grandes forces de l'automobile. Au fil des années, le contenu des voitures n'a cessé de s'enrichir. Pour autant, nous arrivons à contenir le prix, qui ne croît pas dans les mêmes proportions. Ce n'est pas le cas dans toutes les industries.

Laurent GOUZENES. Un professionnel, dès l'instant où sa voiture est capable de conduire seule, pourrait utiliser ce temps libéré pour travailler.

Patrick BASTARD. C'est ce que nous appelons la valeur client. Si nous sommes capables de redonner au client un temps libre dans certaines phases de conduite, ce temps libre a une véritable valeur. Nous serons donc capables d'injecter du coût. C'est ainsi que nous parvenons à proposer de nouvelles solutions. De plus, la production de masse et l'augmentation des volumes de production nous aident à abaisser les coûts et à offrir ces prestations au plus grand nombre.

Laurent GOUZENES. Dans l'assurance, le fait de pouvoir s'assurer plus facilement ou d'avoir accès à une banque plus efficace génère-t-il un service pour lequel le client est prêt à payer ?

Laurent GOUZÈNES | *Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF*

Bruno PATIN est ingénieur de l'école de radio-électricité et électronique de Grenoble. Il travaille depuis 1987 chez Dassault Aviation. C'est un spécialiste des avions sans pilote, un des grands su-

Yves CASEAU. Oui, il s'agit d'un enjeu fondamental. Cette question passe aussi par les objets connectés. Il existe de nombreuses techniques. Lorsque nous utilisons l'IA pour du design, nous ne faisons pas de *deep learning*, qui est efficace sur une question spécifique. Il existe d'autres techniques plus ouvertes, qui ne souffrent pas du même écueil de pensée unique.

Alain BERGER. Les techniques d'ingénierie de la connaissance permettent beaucoup d'économies, parce qu'elles évitent de repasser du temps sur des travaux que l'organisation connaissait.

Un intervenant. En ce qui concerne la question relative à la créativité, l'intelligence artificielle commence à automatiser les décisions les plus simples. L'IA participe donc à promouvoir la créativité, d'une part en automatisant les tâches les plus simples et d'autre part en fournissant les outils aux personnes les plus créatives pour qu'elles le soient davantage encore, et à celles qui le sont moins pour que la tâche leur soit facilitée. Dans l'exemple de la musique, il existe des outils d'aide à la composition, et pour le jeu des échecs, des compétitions entre des humains équipés de machine. L'humain est alors chargé de l'interprétation de situations complexes, et la machine fait le travail très opérationnel de valider ces situations. L'IA a donc pour effet de stimuler la créativité.

jets qui a pénétré le domaine civil récemment. Il a animé pendant plusieurs années le GDR robotique et anime actuellement le collège industriel de l'Afia.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ Relation homme-système en aéronautique : l'apport de l'intelligence artificielle

Bruno PATIN

Responsable études Amont Autonomie, Dassault Aviation

(✉ Relation homme-système en aéronautique : l'apport de l'intelligence artificielle)

Bonjour à tous. Je vais vous parler des projets en gestation chez Dassault Aviation et notamment ceux relatifs à l'utilisation de l'intelligence artificielle dans la relation homme-système. En effet, nous ne considérons pas autre chose que des systèmes avec des hommes, et la notion d'autonomie reste relative à l'autorité de ceux-ci.

L'intelligence artificielle existe depuis des années dans le domaine de l'aéronautique, notamment militaire. Voici quelques exemples d'utilisation et de déploiement en cours.

Le premier exemple est lié à l'efficacité qui nous impose d'assembler au mieux les données et signaux dans un ensemble qu'un opérateur ou pilote pourra comprendre. Par exemple, l'utilisation des données capteurs peut permettre la conduite des vols, notamment civils, pour l'atterrissage autonome. L'IA a donc de beaux jours devant elle, à condition que son emploi ne détériore pas la sécurité globale du système. Nous avons ainsi l'obligation de prouver, pour un système technique élémentaire, qu'il n'y a pas plus de 10^{-9} événements par heure de vol de l'avion.

Une autre application testée est celle d'une attaque coordonnée par cinq UCAV⁶. Il s'agit d'un problème théorique avec un champ de menaces, où les cinq engins doivent planifier en temps réel l'ensemble de leurs actions, de façon coordonnée, avec les équipages humains qui peuvent exister sur la scène de combat. Pour les raisons de preuve évoquées plus haut, nous utilisons plutôt à ce jour des technologies d'IA de type déterministe, mais des technologies de type probabiliste commencent à être introduites, et notamment le *deep learning*.

Il existe également des technologies sur l'identification d'image, avec des parties non déterministes. Nous essayons de reconnaître des objets assez simples, mais de façon extrêmement sûre. Là encore les technologies IA introduites il y a mainte-

nant plusieurs années ont des résultats qui arrivent de façon spectaculaire au niveau du grand public.

L'introduction d'un nouveau système de gestion aéronautique civil au niveau européen et américain est à citer pour l'environnement très intéressant de développement de ces nouvelles technologies. Si l'on considère maintenant l'un des enjeux de la société Dassault Aviation, on se concentrera sur le concept de l'interaction entre l'homme et le système qui a été conçu dans les années 80. Il repose sur trois produits : avion civil, avion militaire et station de contrôle. Il s'agit d'un concept d'affichage, avec une visualisation tête haute. L'interaction avec l'homme consiste à utiliser ces outils et à s'en faire une image mentale. L'homme réagit sur la machine, qui reste figée. Aujourd'hui, le système livre principalement des informations brutes et synthétisées. Les systèmes se complexifient, une opération aérienne militaire complexe se caractérise par la prise en compte de multiples engins en vol (munitions comprises). La seule manière de les gérer est de réaliser un plan et de s'y conformer. Du fait de l'augmentation de la connectivité, il est nécessaire de pouvoir imaginer de changer d'avis, ce qui n'est pas possible aujourd'hui. L'augmentation de la nouvelle complexité des systèmes devient en outre difficile à gérer pour l'homme. Il existe de plus en plus d'automatismes, avec leur difficulté d'interprétation. De plus, le rôle des pilotes évolue beaucoup. En conséquence, il est absolument nécessaire de revoir la RHS. Pour s'adapter à la situation, le système ne doit pas simplement reprendre les informations de façon déterministe mais s'adapter à l'analyse qu'il peut faire des équipages qu'il a face à lui. Des notions de confiance et de collaboration commencent ainsi à être introduites, ainsi que des éléments d'analyse physiologiques par exemple *tracking* de l'œil, écoute de la parole et interprétations des postures et gestes. Il s'agit ainsi d'assurer la plus

6. Un UCAV (*Unmanned Combat Air Vehicle*) est un drone de combat. (NdIR)



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

grande adaptation du système artificiel à la situation et à la personne, voire aux personnes. Certaines briques doivent en outre être mises à jour : informations brutes et synthétisées, commande macro et paramétrages, lumière et sons, etc. Nous souhaitons donc renforcer la boucle homme-système où le système est capable de s'adapter au comportement de l'homme, et renforcer la confiance mutuelle afin d'optimiser l'efficacité de la mission dans le cadre

militaire, et l'adaptation des vols dans le système civil.

Dans ce cadre, nous travaillons avec de nombreux intervenants : univers de la voiture autonome, robotique, etc. De plus, des programmes importants devraient se lancer où une place importante sera ouverte à des appels d'offres à des industriels et des universités.

Laurent GOUZÈNES | *Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF*

Lionel JOUFFE est docteur en intelligence artificielle à l'Université de Rennes. Sa technologie de prédilection est constituée par les réseaux Bayés-

siens. Il nous expliquera comment il a créé une société qui réalise 70% de son chiffre d'affaires à l'export.

■ Réseaux Bayésiens : modélisation des connaissances et apprentissage à partir des données pour l'aide à la décision

Lionel JOUFFE

Président, Bayesia

(Réseaux Bayésiens : modélisation des connaissances et apprentissage à partir des données pour l'aide à la décision)

Les réseaux Bayésiens sont un élément fondamental dans le domaine de l'intelligence artificielle. Leur père fondateur, Judea PEARL, a reçu en 2011 l'ACM Turing Award, l'équivalent d'un prix Nobel pour les informaticiens, pour l'ensemble de ses travaux dans le domaine de l'intelligence artificielle, notamment le calcul probabiliste et le raisonnement causal. Ces réseaux sont des modèles graphiques et probabilistes, qui peuvent être élaborés par expertise, c'est-à-dire sans données, ou par apprentissage automatique à partir de données.

Bayesia a été créée en 2001 par deux associés fondateurs, tous deux docteurs en IA. Elle est basée à Laval et enregistre une croissance moyenne de 30% par an, et un chiffre d'affaires d'environ 2 millions d'euros. Plus de 70% de ce chiffre d'affaires est réalisé à l'export, essentiellement aux États-Unis. 80% du chiffre d'affaires concerne des licences. Bayesia compte aujourd'hui environ 700 clients (armée américaine, NASA, Microsoft, Dell, etc.).

Nous offrons à nos clients des solutions d'aide

à la décision, avec notamment l'optimisation de leviers. Les réseaux Bayésiens que nous élaborons pour nos clients, ou qu'ils mettent au point de manière autonome en utilisant nos logiciels, permettent dans ce contexte d'anticiper les conséquences d'actions n'ayant pas encore été prises et de mettre à jour les distributions de probabilités sur certaines variables de ces domaines, en fonction d'observations sur d'autres variables.

Des résultats récents en sciences cognitives montrent que nous avons un cerveau Bayésien. Prenons par exemple une personne qui tousse, et interrogeons-nous sur trois causes possibles pouvant provoquer ce symptôme : cancer du poumon, rhume ou reflux gastrique. Nous choisissons naturellement le rhume comme cause la plus probable, en implémentant naturellement le théorème de Bayes, tenant compte de la probabilité a priori de chaque cause ainsi que de sa vraisemblance suite à l'observation du symptôme. En prenant l'exemple de signaux visuels, pour décider si des objets sont concaves ou convexes, nous prenons en compte



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

la lumière et le positionnement de l'ombre. Ainsi, si l'ombre est en bas, on conclut que l'objet est convexe, considérant que la lumière provient généralement d'en haut. Lorsque la lumière est latérale, en revanche, notre cerveau est piégé. Ces deux exemples peuvent être aisément représentés par des réseaux Bayésiens. Ce type de raisonnement Bayésien est très efficace chez l'homme, mais uniquement lorsqu'il n'est pas réalisé de manière consciente. Notre but est donc de proposer de l'aide à la construction de réseaux Bayésiens pour que ces derniers soient utilisés pour effectuer ces calculs probabilistes complexes de manière efficace.

Lorsque nous réalisons de la modélisation, deux types de modèles peuvent être construits. Des modèles prédictifs, permettant par exemple de fournir une probabilité qu'un client soit intéressé par un produit ; des modèles explicatifs, pour évaluer par exemple les effets d'une nouvelle molécule. Il existe également une dichotomie en termes de construction du modèle. Dans le premier cas, il est possible de construire un modèle sans données, en utilisant la théorie, ou bien d'exploiter les données pour construire le modèle, rien n'excluant de mêler ces approches. La question qui se pose actuellement avec le *big data* est de savoir si nous pouvons nous passer de la théorie. La réponse est négative. Tout modèle explicatif repose en effet sur des notions de causalité, et il faut pour cela de la connaissance humaine. Les réseaux Bayésiens sont si puissants que nous parvenons à couvrir une très grande partie du monde de la modélisation. Nous pouvons ainsi créer des modèles pour de la prédiction ou de l'explication, avec ou sans données. Ce ne sont pas des boîtes noires, à la différence des réseaux neuronaux. Grâce à la transparence, nous pouvons en effet auditer les réseaux. C'est une des clés de notre succès. Nous avons mis en œuvre, il y a six mois, une application avec des neurologues

belges. Il s'agit d'un exemple d'explication sans données. Nous avons construit un réseau qui permettra aux ambulanciers de prendre la décision de savoir s'il faut conduire la personne qui a eu une attaque cérébrale dans un centre normal ou dans un centre spécialisé pour un traitement endovasculaire. Au terme de deux jours, nous avons obtenu un système expert probabiliste, déployable sur le web et utilisable sur smartphone par les ambulanciers. Nous avons développé un questionnaire adaptatif dans lequel les questions sont posées dynamiquement pour réduire l'incertitude sur la cible, tout en réduisant le coût.

L'analyse du S&P 500⁷ constitue un autre exemple. Nous disposons en l'espèce de six années de données historiques. En quelques secondes, nous pouvons créer un réseau Bayésien mettant en évidence les principales relations entre les valorisations des entreprises du S&P 500.

L'application la plus fructueuse a trait à l'analyse des leviers d'optimisation. Nous avons un partenariat stratégique mondial avec Procter & Gamble, qui utilise nos outils pour optimiser ses 300 marques, tous les jours, dans le monde entier. Avant de conclure ce partenariat, ils ont testé différentes catégories de produits, sur différents continents, afin de mesurer l'efficacité de notre logiciel BayesiaLab. C'est par ailleurs le logiciel qui a été déployé le plus rapidement dans l'histoire de Procter. Nous travaillons aussi avec la plupart des instituts de sondage, avec Microsoft. Nous avons beaucoup d'applications dans le *scoring* (banque, assurance), l'analyse de défauts et l'optimisation de processus (dans le domaine énergétique avec EDF notamment, ou encore pour l'armée Américaine), l'analyse opérationnelle (NASA, fédération américaine de l'aviation), le diagnostic et dépannage (*via* notre outil spécialisé BEST, dans l'énergie, l'aéronautique, l'automobile) et l'analyse des risques et la maintenance préventive.

Laurent GOUZÈNES | *Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF*

Henri SANSON est directeur Recherche Données et Connaissances d'Orange Labs, et en charge du pilotage stratégique des activités de recherche

dans le domaine des technologies du *big data*, de l'intelligence artificielle, de l'aide à la décision et des nouveaux formats audiovisuels.

7. Le S&P 500 est un indice boursier basé sur 500 grandes sociétés cotées sur les bourses américaines. (NdIR)



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ L'IA appliquée aux infrastructures télécom et à la relation clients

Henri SANSON

Directeur de recherche données et connaissances, Orange Labs

(✉ L'IA appliquée aux infrastructures télécom et à la relation clients)

Je vais vous parler de deux sujets extrêmement importants pour Orange : l'intelligence artificielle appliquée aux infrastructures télécoms et à la relation clients. Orange est un opérateur mondial, qui exploite et opère des réseaux télécoms et commercialise des offres de connectivité. Nous savons par ailleurs que dans des marchés régulés, la relation client est un axe de différenciation extrêmement fort.

S'agissant d'abord de la virtualisation des réseaux, rappelons que ceux-ci sont constitués par l'interconnexion d'un certain nombre d'équipements aux fonctions déterminées : un équipement qui contrôle l'admission dans un réseau mobile ou gérant les ressources radio, une passerelle entre le réseau pur mobile et le réseau internet, etc. Ces équipements sont fournis par les constructeurs, et embarquent un logiciel propriétaire. Ces équipements sont déployés et exploités par l'opérateur télécom, Orange en l'occurrence. Ces fonctions de réseau sont en train de migrer vers du logiciel. Nous commençons donc à voir des fonctions réseaux qui s'exécutent dans des *data centers*, sur du matériel informatique banalisé. Nous allons pouvoir distribuer et mettre en œuvre ces fonctions logicielles dans les centres de calculs répartis sur les territoires, en fonction de la demande. La deuxième composante est le *software defined network*.

Il s'agit du réseau défini par le logiciel, qui comprend deux aspects : un aspect d'orchestration qui décide du déploiement et de l'instanciation de ces différentes fonctions logicielles, et un aspect de contrôle du routage. Internet s'est en effet construit sur une idée d'autonomie et de résilience par rapport à des attaques et au fait que certaines parties du réseau pouvaient être détruites. Ces considérations ont conduit à des politiques de routage décentralisées. Jusqu'à aujourd'hui, ces calculs étaient réalisés par les routeurs eux-mêmes, qui maintiennent une vision de la topologie du réseau. Ceci nous contraint fortement en termes d'algorithme. Par exemple, nous ne pouvons pas mener un certain

nombre d'actions, telles que l'équilibrage de charge global au niveau du réseau. Avec un réseau défini par logiciel, nous pourrions contrôler de manière beaucoup plus globale ces aspects.

L'arrivée de la 5G est par ailleurs perçue comme une évolution de la 4G. Il s'agit en réalité d'une connectivité beaucoup plus ambiante, qui offrira du haut débit à l'ensemble des utilisateurs simultanément, en particulier dans des zones denses. Le réseau pourra par exemple absorber le débit remontant des smartphones des spectateurs dans un stade de football. Nous allons aussi supporter l'arrivée massive des objets connectés. Cette tâche est aujourd'hui assurée par des réseaux dédiés. La 5G va combiner différentes technologies radio pour couvrir l'ensemble de ces usages. Elle aura aussi pour effet de créer de la convergence entre le fixe et le mobile, avec un réseau unifié qui sera également virtualisé. L'opérateur télécom n'offrira plus exclusivement la connectivité, mais des services d'infrastructures qui combinent de la connectivité et du calcul, de façon virtualisée. Cela s'implémentera à travers le concept de *slices*, soit la capacité de découper ces infrastructures matérielles en tranches logiques dédiées aux marchés verticaux (sécurité gouvernementale, télévision, santé, gestion des réseaux de capteurs dans les villes, etc.). L'infrastructure sera entièrement pilotée par le logiciel et offrira de nombreuses possibilités ; il nous faudra fournir ces services à des marchés et acteurs dont les besoins sont extrêmement différents. La virtualisation permettra donc le déploiement de l'intelligence artificielle au sein des réseaux, et la complexité de ce que nous allons gérer rendra l'utilisation de l'IA incontournable.

Avec l'intelligence artificielle, nous allons traiter trois grandes familles de problèmes. Le premier est l'allocation des ressources. Nous avons en effet des ressources matérielles et physiques en quantité déterminée. De nombreux acteurs, applications et services vont vouloir accéder de façon concurrente à ces ressources. Nous travaillons déjà à l'utilisation de certaines techniques d'IA, qui sont particu-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

lièrement bien adaptées à la gestion intelligente de ces ressources. Nous utilisons beaucoup l'apprentissage par renforcement, qui est inspiré du conditionnement pavlovien : il s'agit d'un apprentissage par récompense et punition, qui fonctionne avec un organe décisionnaire centralisé. Avec de la décision décentralisée, nous utilisons d'autres modèles basés sur la théorie des jeux. Nous avons montré que dans le cas du wifi, nous pouvions multiplier par trois la bande passante utilisable dans le pire des cas. Une autre problématique importante concerne la possibilité de réaliser du monitoring et du diagnostic, en exploitant toutes les données pour réaliser de l'anticipation de problèmes et de la prédiction temporelle d'indicateurs de qualité de service, afin de prendre des mesures correctives, et combiner des outils de *data mining* et de *machine learning*, en vue de découvrir des attaques ou des fraudes. Nous intégrons alors un humain dans la boucle. Une fois que nous avons repéré les patterns, nous passons au mode d'apprentissage supervisé, pour disposer d'outils de reconnaissance beaucoup plus performants. Nous avons également commencé à aborder les raisonnements probabilistes avec des réseaux Bayésiens, pour travailler sur l'identification des causes racines de pannes. Enfin, la troisième famille de problèmes est liée au management basé intention, qui permet à un exploitant réseau d'énoncer une directive d'exploitation dans sa propre langue, ce qui est ensuite traduit dans les langages de script spécifiques à chaque famille d'équipement. Cela s'inscrit dans le cadre plus large de la programmation logicielle en langage naturel. Des défis technologiques se posent pour réaliser un *matching* automatique entre une requête en langage naturel et l'appel à une API, par exemple, sur le web. Ce sujet prendra beaucoup d'importance.

L'autre grand sujet lié à l'IA est la relation client. Il est constitué de deux parties : une partie *back-office* avec trois grandes problématiques : la connaissance client (pour agir de la façon la plus efficace auprès d'eux), l'analyse de l'expression du client et le diagnostic technique, et une partie *front-office*, marquée par l'arrivée des chat bots, permettant d'introduire l'automatisation dans la relation client avec des interfaces conversationnelles.

Le *data mining* consiste à extraire des connaissances dans les données, mais surtout à utiliser les données produites par les processus de l'organisation (entreprise, administration) pour en améliorer les performances. En l'occurrence, les données sont produites par l'entreprise et peuvent donc être obtenues sans difficulté. Des attentes particulières se posent par ailleurs. Les données sont généralement très hétérogènes. Elles sont produites par des processus qui peuvent évoluer rapidement dans le temps. Le *data mining* est un outil d'aide à la décision, qui fait donc intervenir un expert métier, par exemple un marketeur. Il y a donc un enjeu d'automatisation. Dans une entreprise comme Orange, les questions de *data mining* sont très nombreuses. Nous avons aussi l'enjeu de produire des modèles interprétables. Une équipe qui travaille depuis plus de 10 ans chez Orange a produit un outil qui a toutes ces caractéristiques et automatise presque complètement un projet de *data mining*.

Par ailleurs, les agents conversationnels représentent aujourd'hui beaucoup de travail d'ingénierie. Un effort porte sur la production de données de type QR qui vont alimenter la machine. Nous ne voyons pas encore émerger de grandes approches scientifiques sur le sujet, et avons encore beaucoup de chemin à parcourir. Dans la reconnaissance vocale, les systèmes ont atteint de grandes performances. Nous avons la conviction qu'en progressant fortement sur la compréhension du langage naturel, nous pourrions progressivement automatiser la production des systèmes de dialogue. Nous disposons aujourd'hui de nombreuses données, mais une grande différence existe entre certains sujets d'IA et le *data mining*. Le *data mining* pose ainsi surtout un problème d'algorithme. En matière de compréhension de la langue naturelle, nous ne disposons pas des données. Pour transformer la phrase naturelle en phrase logique, il est alors nécessaire de réaliser de l'annotation linguistique. Quelques acteurs, comme Google, le font. Google propose ses logiciels et les résultats de l'apprentissage en open source, mais pas le corpus de textes annotés. Une grande partie de la valeur de l'intelligence artificielle va résider dans des données qui ne sont pas produites naturellement.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Laurent GOUZÈNES | *Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF*

Le dernier intervenant, Jean-Denis MULLER, est ingénieur et docteur en intelligence artificielle. Il a travaillé plus de 20 ans au sein du CEA, de l'ONERA et de start-ups, sur de nombreux sujets.

Depuis 2015, il est directeur du département Innovation numérique chez Veolia, qui réalise de la gestion optimisée des ressources d'économie circulaire.

■ Gestion optimisée des ressources : garantir la performance, intégrer l'humain, réduire l'empreinte environnementale des villes et des industries

Jean-Denis MULLER

Directeur Innovation numérique, Veolia Recherche & Innovation

(✍ La gestion optimisée des ressources : garantir la performance, intégrer l'humain, réduire l'empreinte environnementale des villes et des industries)

Bonjour, tout d'abord permettez-moi de me présenter rapidement. J'ai abordé l'intelligence artificielle lorsque j'étais lycéen il y a 35 ans par l'écriture d'un premier programme informatique « intelligent » : il s'agissait d'un agent conversationnel très rudimentaire (aujourd'hui, on dirait un « chatbot »). Après un doctorat en vision artificielle réalisé chez IBM, j'ai travaillé une vingtaine d'années dans la recherche publique où j'ai réalisé, avec mes équipes du CEA et de l'ONERA, un grand nombre de transferts technologiques vers l'industrie. J'ai rejoint Veolia Recherche & Innovation l'an dernier pour y diriger le département d'innovation numérique.

En introduction, je souhaite insister sur le fait qu'après de longues années d'avancée silencieuse, l'intelligence artificielle se révèle aujourd'hui très pervasive : rares sont les domaines qui ne seraient pas concernés. J'invite donc les nombreuses entreprises présentes dans la salle à s'y intéresser... et à se rapprocher de l'Afia pour nouer des contacts avec le milieu académique français.

Le métier de Veolia est la gestion optimisée des ressources, et il est clair que l'intelligence artificielle peut y contribuer. Les métiers de Veolia sont d'abord des métiers de service, il y a en conséquence une forte notion d'usage. Nous cherchons à toujours mieux comprendre l'utilisateur afin de lui offrir de nouveaux services ayant de la valeur à ses yeux. Notre domaine est celui de l'économie circulaire, qui

est fondée sur le cycle de vie des produits, des matériaux et des services : nous fermons la boucle de l'économie traditionnelle en valorisant les produits après leur fin de vie, nous parlons d'ailleurs de « matières premières secondaires » : créées non à partir de l'extraction de ressources naturelles, mais en utilisant de manière optimisée des déchets ou des co-produits qui deviennent des ressources. Nous avons deux grands types de clients : nos clients historiques sont les collectivités, mais l'industrie, qui représente bientôt la moitié de notre chiffre d'affaire. Enfin, pour terminer ce tour d'horizon rapide, nos trois métiers sont l'eau, l'énergie et les déchets : dans ces trois domaines, il y a un besoin de « smart ».

Il existe pour un groupe comme Veolia deux grands enjeux stratégiques conduisant à s'intéresser à l'intelligence artificielle. Malgré nos 160 ans d'histoire et nos métiers pouvant *a priori* paraître éloignés de ces technologies, nous devons les maîtriser car elles nous permettent de rester au plus près du client, de comprendre ses attentes et de lui apporter les services dont il a besoin : utiliser la puissance des algorithmes pour comprendre le client et prévenir tout risque de disruption. Par ailleurs, nous avons 175 000 salariés et des centaines de millions d'utilisateurs directs ou indirects sur les cinq continents. Nous devons donc évidemment intégrer le rôle de l'humain, qu'il soit client, opérateur ou sa-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

larié, ce que permettent des technologies comme la réalité augmentée, la cobotique ou les interfaces conversationnelles.

Nous nous intéressons donc à toutes les technologies relevant de l'intelligence artificielle qui est, plus qu'une technologie, un écosystème de technologies. Nous ne travaillons pas seuls, mais avec des partenaires : PME, start-ups et laboratoires de recherche. Nous apprenons également à être plus agiles, en développant des solutions que nous déployons le plus rapidement possible, en favorisant les échanges avec les futurs utilisateurs : nous travaillons de plus en plus dans un esprit de co-construction.

Dans le domaine de la gestion de l'eau, Veolia utilise l'intelligence artificielle depuis plus de 20 ans. Ainsi, des systèmes experts de conduite pilotent la production et la distribution journalière d'un million de m³ d'eau potable pour 4 millions d'habitants de la région parisienne. Mais le phénomène s'accélère et nous déployons désormais nos solutions numériques au plus près des utilisateurs : l'application Urban Pulse permet au citoyen de devenir acteur de la « ville intelligente » en ayant en temps réel sur son smartphone toutes les informations de sa ville, ce qui lui permet de s'impliquer dans l'économie circulaire locale. Nous avons également déployé l'équi-

valent pour nos gestionnaires des services urbains ; ceux-ci utilisent l'application Urban Hypervision qui agrège toutes les informations en temps réel : les données des capteurs, les alertes et les ordres d'interventions, pour une prévision intelligente des opérations qui deviennent plus interactives, moins coûteuses et plus transparentes. Il existe enfin une version destinée aux élus, Urban Board, qui permet de relier la performance des services urbains et le ressenti des habitants sur les thématiques mobilité, sécurité, propreté et environnement. Comme on le voit, l'intelligence artificielle permet de concevoir des solutions adaptées à chaque utilisateur.

Dans le domaine du tri de déchets, nous avons développé des systèmes intelligents qui trient les déchets de façon de plus en plus automatisée. Nous les déployons depuis quelques années et pensons qu'ils vont se généraliser, ce qui va permettre de réduire la pénibilité de ces tâches et de développer nos parts de marché : ces systèmes nous rendent plus compétitifs, et donc plus sollicités par les collectivités du monde entier, créant ainsi de l'emploi... ce que permet aussi l'intelligence artificielle !

Projection de la vidéo [« Le tri et le recyclage des déchets – Veolia »](#)

Je vous remercie.

■ Nouveaux échanges avec la salle

De la salle. Que pouvez-vous nous dire en ce qui concerne la 5G et la santé humaine ? S'agissant de Veolia, des actions sont-elles prévues en ce qui concerne les matières organiques ?

De la salle. Pourriez-vous nous proposer un point de l'état du hardware dédié à l'IA ? Google a mené quelques actions. Qu'en est-il pour la France, et particulier pour l'IED ?

De la salle. Il y a une dizaine d'années, j'avais été invité au MIT pour réaliser un exposé sur des travaux que nous avons conduits à Marseille. Le bâtiment où nous l'avons fait coûtait 500 millions de dollars. Je forme des docteurs en IA depuis une ving-

taine d'années, et j'ai vu s'effriter, ces dernières années, leur positionnement en France. Que pensez-vous de l'avenir des docteurs en intelligence artificielle en France, en sachant que nous avons une vieille tradition de l'ingénieur ?

De la salle. Le tri des déchets ne va-t-il pas vers davantage de simplicité pour l'utilisateur ? Peut-être n'aurons-nous même plus besoin de plusieurs poubelles, mais d'une seule où nous jetterons tous nos déchets, que les processus permettront de trier.

Jean-Denis MULLER. L'idée est en effet de comprendre l'usage du client et de réduire la complexité. Au sujet des étudiants, nous rencontrons le



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

problème inverse. J'ai recruté cette année 15 chercheurs, mais très peu de Français ont posé leur candidature. J'ai donc une équipe très internationale, dont beaucoup de sud-Américains. Les entreprises ne communiquent peut-être pas suffisamment sur l'intelligence artificielle.

Henri SANSON. Je ne peux vous répondre sur l'impact des ondes électromagnétiques, n'étant pas expert dans le domaine. La 5G amènera quoi qu'il en soit des antennes très focalisantes, permettant de rayonner moins et de manière plus efficace. Orange accueille par ailleurs 140 doctorants, et en recrute une quarantaine par an. Nous recrutons également de jeunes chercheurs dans tous les domaines, dont l'intelligence artificielle.

Yves DEMAZEAU. Sur la question du *hardware* spécialisé, cela fait également partie de mes interrogations. Nous avons vu que l'apprentissage profond n'a été possible qu'en exploitant ce mariage entre *software* et *hardware*. Je ne suis pas au courant d'efforts particuliers sur ces aspects en France. En Chine et au Japon, ils progressent beaucoup. Actuellement, des laboratoires communs entre constructeurs informatiques et laboratoires se créent au Japon. Le plus puissant supercalculateur est chinois, et tous ses composants le sont également.

De la salle. Des actions sont menées en France dans le domaine *hardware*. Une *spin-off* du CEA, Kalray, a démarré il y a deux à trois ans.

Laurent GOUZENES. Nous pourrions également citer les calculateurs quantiques, ainsi que les capteurs qui deviennent intelligents, dans lesquels nous pouvons à la fois embarquer de la sécurité et des traitements locaux permettant des décisions.

Yves DEMAZEAU. Ces dernières années, la recherche sur les logiciels en IA a disparu. Les logiciels dédiés sont de plus en plus utilisés. Cela pose problème. J'ai été auditionné à l'office parlementaire d'étude sur les stratégies communes à l'Assemblée nationale et au Sénat, qui rédige actuellement un rapport sur l'intelligence artificielle. Sur les aspects

d'éducation, il y a 30 ans, un GDRPRC IA représentait un million de francs et 20% de l'effort national. Depuis, le financement de l'IA n'a fait que diminuer dans la proportion du financement de la recherche. Dans certaines universités, la formation en IA a quasiment disparu. Nous avons suggéré d'introduire une formation IA dans chaque université. 40% des personnes qui font de l'apprentissage profond déclarent qu'elles ne comprennent pas pourquoi cela fonctionne. En ce qui concerne la relation entre académiques et industriels, nous sommes acteurs de leur mise en relation directe. Cela ne changera pas les problèmes d'éducation, mais nous essayons de faire passer le message.

De la salle. Pour le *hardware* dédié IA, Greenwaves Technologies, à Grenoble, lance un produit très prometteur, qui sera lancé dans six mois.

De la salle. Nous ne pouvons terminer cette matinée sans parler de l'Europe.

Yves DEMAZEAU. Je suis évaluateur européen depuis 25 ans. Nous avons observé des vagues. Sur les programmes concertés, rien n'a été fait dans le cadre de H2020. Les thèmes arrivent en effet en Europe cinq ans après avoir été discutés aux États-Unis. Nous pouvons penser qu'il y aura des programmes européens dans quatre ans. Dans le cadre de l'espace européen de recherche, les chercheurs français ont eu beaucoup de succès dans les appels de l'Europe, notamment en vision par ordinateur. Beaucoup de chercheurs français ont des ERC sur la reconnaissance des formes, l'analyse d'images, etc. Patrick ALBERT évoquait également la créativité musicale. François PACHET a une ERC sur ce sujet. Ponctuellement, nous avons donc de très beaux succès, mais autour de chercheurs isolés.

Un intervenant. Nous payons notre retard technologique majeur. Nous n'avons pas la capacité de créer des entreprises comme Google ou Uber. Or la croissance des start-ups est très lente. Le morcellement de nos marchés ne nous permet pas d'atteindre les mêmes niveaux que les États-Unis ou la Chine. Il s'agit d'un sujet stratégique majeur.

Un intervenant. Il existe tout de même quelques projets structurants en aéronautique, qui agrègent l'intelligence artificielle. Nous allons parler du programme franco-anglais d'avion sans pilote ou d'un programme entre la France, l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne, qui embarque de nombreux sujets. Ce type de projets concerne généralement les grandes entreprises.

Laurent GOUZÈNES | *Président du comité Recherche-Innovation du MEDEF*

Je remercie tous les intervenants pour leurs présentations.

■ Biographies

Ouverture

Pierre GATTAZ



Président du MEDEF

Élu président du MEDEF le 3 juillet 2013, Pierre GATTAZ s'est fixé une priorité : *développer l'emploi en donnant aux entreprises les moyens et les conditions d'être compétitives dans un environnement de confiance, seule façon de restaurer la croissance indispensable au redressement de l'économie de notre pays.*

Président du directoire de Radiall depuis 1994, après avoir redressé et dirigé une PME et une ETI, Pierre GATTAZ est un entrepreneur qui s'est très tôt engagé dans la défense et la promotion de l'entreprise. Né le 11 septembre 1959, Pierre GATTAZ est ingénieur diplômé de l'Ecole nationale supérieure des Télécommunications de Bretagne, Pierre GATTAZ est également titulaire d'un « *Certificate in Administration management* » de George Washington University (États-Unis). Il est l'auteur de plusieurs ouvrages parus aux éditions du Nouveau Monde : « *Le printemps des Magiciens* » (2009), « *Les 7 piliers de la croissance* » (2013) et « *Français, bougeons-nous!* » (2014).

Thierry MANDON



Secrétaire d'Etat chargé de l'Enseignement supérieur et à la Recherche auprès de la ministre de l'ENESR

Thierry MANDON, né le 30 décembre 1957 à Lausanne (Suisse), est un homme politique français. Il est nommé secrétaire d'État à la Réforme de l'État et à la Simplification le 3 juin 2014 dans le gouvernement Valls I.

Le 17 juin 2015, il change d'affectation et devient secrétaire d'État chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Membre du Parti socialiste, il a été député de la neuvième circonscription de l'Essonne, a siégé à la commission des finances et a également été porte-parole du groupe socialiste à l'Assemblée nationale jusqu'à son entrée au gouvernement. Il a également été conseiller général du canton de Ris-Orangis et maire de Ris-Orangis, avant de démissionner en 2012, anticipant ainsi la règle du non-cumul des mandats.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Introduction et animation des débats

Laurent GOUZÈNES



Président du comité Recherche et Innovation du MEDEF

Laurent GOUZÈNES, conseiller scientifique du président de Pacte Innovation, a plus de 30 ans d'expérience professionnelle dans le monde de l'innovation et de la recherche. Il a été directeur technique et scientifique de plusieurs entreprises, et notamment 18 ans directeur du Plan et Programmes d'Etude au sein de STMicroelectronics, en charge du développement des relations avec les laboratoires, des programmes collaboratifs (60 projets par an), du développement des concepts de pôles de compétitivité et de la mise en œuvre des grands programmes. Il a été en charge du montage des projets d'usines de Crolles 2 et Rousset 2000.

Titulaire d'un doctorat en Intelligence Artificielle, il a réalisé de nombreux systèmes experts dont un des tous premiers systèmes experts opérationnels qui a servi à concevoir l'ensemble des pièces en matériaux composites de l'A320.

Il est également conseiller scientifique auprès du Parlement et président du comité Recherche et Innovation du MEDEF. Il a aussi été président du jury des nanotechnologies à l'ANR et ancien président de la commission économie de la FIEEC.

Intervenants

Patrick ALBERT



CoFondateur de Succession-Web

Entrepreneur et scientifique, Patrick ALBERT est un vétéran de l'Intelligence Artificielle. Doctorant du centre de recherche du groupe Bull en 1983 il a créé un des premiers langages d'IA dédié aux problèmes de configuration. Cofondateur en 1985 du CEDIAG qui a initié l'offre commerciale du groupe en matière d'Intelligence Artificielle, il quitte Bull en 1987, pour la création d'ILOG une des premières startups françaises, filiale d'Inria. Focalisée sur l'Intelligence Artificielle, ILOG est devenue le leader mondial en matière de « Règles métier » et de logiciels d'optimisation combinatoire, avant d'être achetée par IBM en 2009.

Patrick ALBERT a alors créé le IBM France Center for Advanced Studies dédié à l'innovation ouverte dans les domaines de l'intelligence Artificielle. Quittant IBM en 2014 il se consacre depuis au développement de l'écosystème de l'Intelligence Artificielle en France, en particulier au sein de l'Afia, la société savante dédiée au domaine, et comme conseil auprès de startups, grands groupes, d'INRIA, du CNRS, et des ministères, dont en particulier l'initiative #FranceIA « Une stratégie nationale pour l'Intelligence Artificielle » soutenue par les ministères de l'industrie et de la recherche.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Patrick BASTARD



Directeur de l'ingénierie des systèmes d'aide à la conduite de Renault

Ingénieur Supélec, docteur en Sciences Physiques et HDR de l'Université de Paris XI-Orsay, Patrick BASTARD a commencé sa carrière chez Schneider Electric dans le domaine de la protection des réseaux de distribution d'énergie électrique.

Il a ensuite rejoint Supélec en tant que professeur, puis chef du département « Systèmes d'Energie et Electrotechnique ».

En 2005, il a rejoint Renault pour contribuer au développement des systèmes mécatroniques embarqués. Il est maintenant responsable de la Direction de l'Electronique et des Technologies Avancées et président de la filiale 3EA (Electrique, Electrotechnique, Electronique, Automatique).

Alain BERGER



Directeur général d'Ardans

Alain BERGER : 55 ans, deux enfants. Universitaire, après avoir suivi les cours d'informatique de Jean-Louis LAURIÈRE en 1981-1982, il s'oriente vers cette discipline nouvelle qu'était l'intelligence Artificielle. En 1985, il obtient un DEA Traitement Algorithmique de l'Information à l'Université Pierre & Marie Curie, puis, en 1990, il y soutient sa thèse à l'intersection de l'ingénierie de la connaissance, de l'enseignement intelligemment assisté par ordinateur (ancêtre du *Serious Gaming*) et ce dans le cadre industriel de l'exploitation d'une centrale nucléaire. Après différentes missions de conseil (énergie, aéronautique, spatial, automobile), il choisit de faire connaître et d'implanter la technologie dans les secteurs de l'industrie et les services. Il débute sa carrière de Knowledge Engineer en 1985 chez Framentec-Cognitech, il rejoint Ingénia en 1995 comme ingénieur d'affaire, puis suite au rachat par Decan, dirige Decan Telecom avec Jean VIALARD et Jean-Pierre COTTON.

À leurs côtés, il fonde Ardans en 2000 dont il est depuis 2005 le Directeur Général. Le slogan « l'information & la connaissance pour agir et innover » résume l'expertise d'Ardans qui est devenue la référence « conseil & software » dans cette discipline de l'IA que l'on appelle ingénierie de la connaissance avec cette approche cognitive où l'humain est au cœur du savoir.

Yves CASEAU



*Directeur du digital du groupe
Axa*

Yves CASEAU a rejoint le groupe AXA en 2014 où il dirige la Digital Agency d'Axa et est en charge de l'accélération du développement des produits et des services digitaux pour les entités du groupe, en particulier sur les terminaux mobiles. Il se charge également du renforcement de l'innovation au service des clients et de l'amélioration des synergies technologiques et digitales, aux côtés des équipes IT. Auparavant, Yves CASEAU exerçait en qualité de directeur des systèmes d'information au sein de Bouygues Télécom. À ce titre, il est à l'origine du déploiement d'une architecture orientée services pour le système d'information, architecture SOA (*Service Oriented Architecture*) du groupe.

Ancien élève de l'ENS Ulm, il est également titulaire d'un MBA du Collège des ingénieurs, ainsi que d'un doctorat en informatique (Paris XI) et d'une habilitation à diriger des recherches (Paris VII). Il est membre de l'Académie des Technologies.

Yves DEMAZEAU



Président de l'AfIA

Yves DEMAZEAU est Docteur Habilité en Informatique de Grenoble INP. Il est Directeur de Recherche au CNRS depuis 1988 et Professeur Invité à l'Université du Sud Danemark (USD) depuis 2002. Il est l'un des fondateurs du domaine des Systèmes Multi-Agents (SMA). Il a édité 32 ouvrages ou numéros spéciaux de revues, est l'auteur ou co-auteur de 184 articles et a donné 46 conférences invitées, 161 séminaires, et 22 tutoriels. Il a dirigé 52 masters et 28 doctorats. Il a participé au comité de programme de 262 conférences. Il orchestre la série des conférences PAAMS depuis 2009, et BESC depuis 2015. Il est Rédacteur en Chef de la Revue d'Intelligence Artificielle (RIA) depuis 2010 et Président de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle (AfIA) depuis 2011.

Lionel JOUFFE



Président de Bayesia

Dr. Lionel JOUFFE est le co-fondateur et président de la société Bayesia S.A.S. Il a obtenu son Doctorat en Informatique à l'Université de Rennes I et travaille dans le domaine de l'Intelligence Artificielle depuis le début des années 90. En tant que professeur / chercheur à l'ESIEA (Ecole Supérieure d'Informatique, Electronique et Automatique de Laval), il a commencé à explorer le potentiel des réseaux Bayésiens. Après avoir co-fondé Bayesia en 2001, lui et son équipe travaillent à temps plein sur le développement de BayesiaLab, qui est devenu en quelques années le leader mondial pour la découverte de connaissances, l'exploration de données et la modélisation des connaissances à l'aide de réseaux Bayésiens.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Jean-Denis MULLER



Directeur du département d'innovation numérique de Veolia Recherche & Innovation

Jean-Denis MULLER est ingénieur et docteur en intelligence artificielle. Il pratique l'innovation technologique de façon opérationnelle depuis 25 ans : avec ses équipes du CEA, de l'ONERA et des startups qu'il a initiées ou dont il a dirigé la R&D, il a conçu, développé et transféré des systèmes numériques intelligents dans de nombreux secteurs d'activité, au sein d'écosystèmes faisant interagir des acteurs variés : laboratoires de recherche, hôpitaux, grands groupes industriels, ETI, PME et startups.

En 2015, il a rejoint l'entité Recherche et Innovation du groupe Veolia, acteur majeur de la gestion optimisée des ressources et de l'économie circulaire, dont il dirige le département d'innovation numérique.

Bruno PATIN



Responsable études Amont Autonomie de Dassault Aviation

Bruno PATIN est sorti en 1986 de l'école d'ingénieur de radioélectricité et électronique de Grenoble. Il possède aussi une licence de physique acquise en 1983. Il travaille depuis 1987 chez Dassault Aviation. Pendant 10 ans il a mis en place puis dirigé les moyens sols de mesure de SER, Antennes et matériaux de la société. En 1998, il a été appelé à travailler sur le sujet des avions sans pilotes et depuis a participé aux différents projets et programmes qui y sont liés. Il participe aujourd'hui à la définition de la réglementation qui permettra d'intégrer ces engins au sein de la circulation aérienne générale et en parallèle suit les études techniques qui permettront leur conduite. A ce dernier titre il a créé et animé pendant plusieurs années le club industriel du GDR robotique et depuis 3 ans participe au CA de l'Afia et y a créé le Collège Industriel qu'il anime avec l'aide des membres fondateurs.

Henri SANSON



Directeur recherche données et connaissances d'Orange Labs

Henri SANSON a obtenu son diplôme d'ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications de Paris, aujourd'hui Telecom ParisTech, en 1988. Il a rejoint le CCETT (Centre de R&D commun à TDF et France Telecom) en 1990 comme ingénieur de recherche en analyse et codage d'images et de vidéo. Il a ensuite occupé diverses responsabilités au sein de la R&D de France Telecom puis d'Orange : responsable de l'équipe de R&D en codage et indexation multimédia en 1998, responsable du domaine de recherche sur les moteurs de recherche multimédia en 2008, responsable du domaine de recherche sur les services d'agrégation de contenus en 2012. Il est actuellement directeur de recherche du domaine « Données et Connaissances » au sein des Orange Labs, en charge du pilotage stratégique des recherches technologiques en *big data*, Intelligence Artificielle, aide à la décision et nouveaux formats audiovisuels.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Compte-rendu de journées, événements et conférences

■ 3^e journée IHM & IA

Par

Nicolas SABOURET

LIMSI/CPU group

Université Paris-Sud

co-organisateur

Nicolas.Sabouret@limsi.fr

La 3^e journée « Interaction Homme-Machine & Intelligence Artificielle », organisée conjointement par l'AFIHM et l'Afia, s'est déroulée vendredi 17 mars à Paris sur le campus de Jussieu. Cette journée était organisée par Nicolas SABOURET (Afia) et Gilles BAILLY (AFIHM) en deux temps : le matin et en début d'après-midi, nous avons assisté à huit présentations orales de 20 minutes suivies de questions et de discussions ; en fin de journée, un espace de poster et démonstrations était proposé, avec une dizaine d'intervenants. Près de 70 personnes étaient présentes et les échanges autour des démonstrations ont rencontré un vif succès.

La première présentation, par Jean-Paul BARTHES de l'UTC, a décrit la mise en œuvre d'une approche SMA pour une table interactive dans le contexte du travail collaboratif. Elle a montré les difficultés à la fois au niveau IHM et au niveau IA et les enjeux scientifiques et technologiques, ainsi que la limite des techniques de reconnaissance vocale pour ce genre d'application. Un peu plus tard dans la matinée, le quatrième exposé, effectué par Christophe KOLSKI de l'Université de Valenciennes, a aussi présenté une technique de travail collaboratif autour d'une table interactive couplée, cette fois à des objets physiques. Cette

technique alliant interaction tangible et virtuelle a été illustrée dans le contexte de l'aide à la décision (par exemple pour la cuisine) et de la simulation multi-agent (par exemple pour l'étude du trafic routier).

La deuxième présentation de la matinée a été effectuée par Evelyne LUTTON de l'INRA. Elle a décrit les travaux effectués dans l'équipe MALICES : l'équipe utilise des techniques issues de l'IA comme les algorithmes génétiques pour étudier différents phénomènes complexes, allant du comportement humain à la microbiologie. Elle a montré comment les différents niveaux imposaient de prendre de compte des concepts différents et comment les techniques de visualisation pouvaient s'adapter à ces différents niveaux.

Le troisième intervenant était Natalya KOSMYNA de l'INRIA Rennes, qui développe des interfaces cerveau-ordinateurs. Elle a montré comment des techniques d'IA à base d'apprentissage automatique étaient utilisées pour le fonctionnement de ce type d'interface. Les échanges qui ont suivi ont montré, au delà de la spécificité de ces interfaces, que les techniques d'IA jouent un rôle important dans les modèles d'interaction homme-machine basées sur le traitement du signal.

Enfin, le dernier exposé de la matinée, présenté par Caroline APPERT du CNRS, a montré la difficulté, pour les non-spécialistes de l'IA, à utiliser les algorithmes de classifications automatique et d'apprentissage proposés par les suites logicielles



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

comme Weka ou scikit-learn. Sans conseil sur le choix de l'algorithme, les résultats obtenus sont assez décevants dans un contexte d'IHM. C'est pourquoi son équipe propose de développer un système qui compare automatiquement les résultats des algorithmes proposés par ces suites pour permettre à un utilisateur novice de choisir un algorithme adapté au problème qu'il souhaite traiter.

En début d'après-midi, nous avons assisté aux présentations de Fanny CHEVALIER de l'INRIA Lille, d'Alexandra DELMAS de la société itWell et de l'INRIA Bordeaux et enfin de Nicolas ROUSSEL de l'INRIA Lille. Alexandra DELMAS a présenté les travaux de son équipe au sein du projet XXX dont l'objectif est de concevoir un jeu sérieux pour faciliter la prise de conscience, chez des enfants atteints de maladies chroniques, de l'importance du traitement. Le système interactif explique aux enfants les mécanismes en œuvre dans leur corps et facilite l'adhésion au programme de soin. Les présentations de Fanny CHEVALIER et Nicolas ROUSSEL ont toutes les deux abordé, à travers l'expérience des orateurs, la question de la compréhension du fonctionnement des IA qui sont utilisées au sein des systèmes interactifs. Ainsi, Fanny CHEVALIER a proposé un outil pour visualiser les connaissances utilisées par un algorithme de reconnaissance d'image qui permet à l'utilisateur de mieux comprendre sur quelles données le système s'est basé pour prendre sa décision. Nicolas ROUSSEL a ouvert le débat sur la difficile question de la confiance qu'il faut accorder aux IA pour prendre des décisions.

La journée s'est terminée par la session « poster & démonstrations ». Lois VAHNE de l'université

de Caen a présenté une méthode de planification de trajectoire pour des robots qui allie décision automatique et manipulation par l'humain, à travers une interface, pour guider la recherche de solution. Angelo CARAFO du CNRS a présenté la plateforme d'agents conversationnels développée dans le cadre du projet Aria-Valuspa et le couplage des expressions non-verbales avec différents modes d'interruption. Valérie RENAULT et Florent CARLIER de l'Université du Maine ont présenté leur plateforme multi-agent pour la gestion de flux multimedia sur des supports multi-écrans. Bruno FRU-CHART de Télécom ParisTech a présenté un nouveau système de touchpad basé sur l'utilisation de gestes directionnels plus fins. Nataliya KOSMYNA a fait une démonstration de son interface cerveau-machine, appliquée au contrôle d'un robot à l'aide d'images visuelles. Frédéric VERNIER de l'Université Paris-Sud a présenté ses travaux sur la visualisation de données temporelles ou géographiques. Lauriane HUGUET de l'Université de Technologie de Compiègne a présenté un environnement virtuel immersif pour la formation des leaders d'équipe médicale. Amélie CORDIER et Alix GONNOT de la société Hoomano ont présenté une suite d'applications pour le robot social Nao. Enfin, Alya YA-COUBI de la société DAVI a présenté la plateforme d'agents conversationnels proposée par son entre-

prise. Cette journée a été une grande réussite de par le nombre d'inscriptions et la richesse des échanges scientifiques. Elle a confirmé qu'il existe de véritables problématiques scientifiques à la frontière entre IHM et IA.

■ Journée « Philosophie des sciences et IA »

Par

Robin LAMARCHE-PERRIN
LIP6/ComplexNetworks
Université Pierre et Marie Curie
co-organisateur
Robin.Lamarche-Perrin@lip6.fr

La journée « [Philosophie des sciences et intelligence artificielle](#) » organisée par l'AfIA, la SPS et le DEC a eu lieu le 2 février 2017 à Pa-

ris (École normale supérieure). Les responsables scientifiques étaient Robin LAMARCHE-PERRIN (ISC-PIF, LIP6, CNRS) et Daniel ANDLER (DEC, ENS), et la chargée de dissémination scientifique était Clémentine EYRAUD (DEC, IEC). L'événement a été annoncé sur les listes de diffusion des trois institutions partenaires, ainsi que sur le site Eventbrite qui a permis de centraliser les inscrip-



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

tions de 203 personnes intéressées par la journée. D'autres ont rejoint l'événement en cours de journée.

Outre la présentation des trois institutions en début de matinée (Stéphanie RUPHY pour la SPS, Yves DEMAZEAU pour l'AfIA et Daniel ANDLER pour le DEC), la journée a fait l'objet de sept exposés de 50 minutes (cf. programme détaillé ci-dessous) qui ont tous soulevé de nombreuses questions et de nombreuses remarques de la part du public. Les résumés des interventions sont disponibles ci-dessous. L'ensemble des contributions des intervenants (résumés et diapositives) est mise à disposition sur le [Web](#).

Les responsables scientifiques envisagent de donner suite aux exposés et aux échanges ayant eu lieu lors de cette journée de séminaires sous la forme d'un ouvrage collectif en collaboration avec les Éditions Matériologiques. De plus, suite au succès de cette journée, aux nombreux retours positifs de la part des intervenants et du public, les organisateurs prévoient également une seconde édition en 2018.

Thématiques de la journée

Dès son apparition dans les années 1950, l'intelligence artificielle (IA) a suscité une intense curiosité chez les philosophes. Soixante ans plus tard, après avoir traversé des périodes difficiles, mais également contribué à l'essor des sciences cognitives, l'IA semble aujourd'hui en passe de remplir ses promesses et d'introduire une série de bouleversements économiques, culturels, voire anthropologiques. Mais l'IA d'aujourd'hui est-elle celle d'hier ? Qu'annoncent ses succès présents ? Pour commencer à répondre à ces questions, une réévaluation de ses fondements et de sa place dans le système technoscientifique semble nécessaire. À cette tâche, qui échoit à parts égales aux spécialistes du domaine et aux philosophes des sciences, l'AfIA, la SPS, et le DEC ont souhaité contribuer en organisant une journée d'étude, focalisée sur trois thèmes complémentaires :

- la philosophie de l'IA et l'IA comme philosophie expérimentale ;
- l'impact du tournant pragmatique pour l'IA, et en particulier les approches 4EA (Embodied,

Embedded, Enacted, Extended, Affective) ;

- l'apport des concepts d'émergence et de complexité dans notre compréhension de ce que sont l'intelligence et la cognition.

Programme

8:30-9:00 Accueil des participants

9:00-9:30 Présentation de l'AfIA (Yves DEMAZEAU), de la SPS (Stéphanie RUPHY) et du DEC (Daniel ANDLER) ;

9:30-10:20 Joël QUINQUETON, « L'IA comme épistémologie expérimentale : regards sur 40 ans d'histoire ». Professeur émérite de l'Université de Montpellier III, Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier ;

10:20-10:40 Pause

10:40-11:30 Jean-Michel ROY, « GOFAI, NEWFAI et le problème de l'intentionnalisme ». Professeur à l'École normale supérieure de Lyon et à l'École normale supérieure de l'Est de la Chine ;

11:30-12:20 Jean-Louis DESSALLES, « Le rôle de la complexité et de la simplicité dans l'émergence des capacités cognitives ». Professeur à Télécom ParisTech, Laboratoire Traitement et Communication de l'Information ;

12:20-13:40 Repas (offert par l'AfIA, la SPS et le DEC)

13:40-14:30 Catherine GARBAY, « D'une intelligence artificielle à une intelligence incarnée dans l'activité humaine ». Directrice de recherche au CNRS, Laboratoire d'Informatique de Grenoble ;

14:30-15:20 Pierre STEINER, « Intelligence artificielle et « cognition 4E » : un changement de paradigme ? ». Enseignant-chercheur à l'Université de technologie de Compiègne, Laboratoire Connaissances, Organisations et Systèmes Technique ;

15:20-15:40 Pause

15:40-16:30 Raja CHATILA, « Questionnements éthiques sur la Robotique et l'Intelligence Artificielle ». Professeur à l'Université Pierre-et-Marie-Curie, directeur de l'Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique ;

16:30-17:20 Daniel ANDLER, discussion et clôture de la journée. Professeur émérite de l'université Paris-Sorbonne, membre de l'Académie



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

des sciences morales et politiques.

Résumé des interventions

Joël QUINQUETON (Professeur émérite de l'Université de Montpellier III, Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier) : « *L'IA comme épistémologie expérimentale : regards sur 40 ans d'histoire* ».

En 40 ans, l'Intelligence Artificielle est passée du statut de curiosité futuriste pour informaticiens à celui d'être artificiel pensant dont les performances suscitent parfois la crainte. Elle apparaît assez naturellement comme susceptible de mettre en œuvre une démarche épistémologique, mais l'a-t-elle vraiment fait, et comment ? Après 40 ans d'observation active de domaines comme l'apprentissage automatique et plus généralement le raisonnement sur ce qui est plausible ou vraisemblable, je m'efforcerai de proposer quelques éléments de réponse.

Jean-Michel ROY (Professeur à l'École normale supérieure de Lyon et à l'École normale supérieure de l'Est de la Chine) : « *GOFAI, NEWFAI et le problème de l'intentionnalisme* ».

La Good Old Fashion Artificial Intelligence, légitimement considérée comme une application des principes généraux de la conception cognitiviste de la cognition, s'est heurtée à diverses limitations désormais bien établies et renvoyant à un certain nombre de problèmes de fondements autour desquels s'est cristallisé le débat philosophique contemporain sur l'intelligence artificielle. Parmi eux figure au premier chef celui de la capacité de cette dernière à artificialiser la propriété d'intentionnalité considérée par la majorité des théories des facultés mentales depuis le dernier quart du XIX siècle (cf. en particulier Franz Brentano 1874), y compris celles issues de la Révolution Cognitive des années 50, comme une marque essentielle du mental. Les plus célèbres arguments critiques déployés à cet effet sont ceux de Hubert Dreyfus et de John Searle. Ils jouèrent un rôle actif dans le processus d'émergence de ladite Newfound Artificial Intelligence, autour de laquelle s'est progressivement ralliée une grande partie du domaine de l'intelligence artificielle. Cette évolution cruciale d'une approche GO-

FAI à une approche NEWFAI peut être considérée comme une facette particulière de la transformation plus générale de ses principes fondamentaux qu'a connue l'entreprise cognitive contemporaine, et qui l'a conduite du cognitivisme à la perspective désormais couramment dénommée 4E. La question se pose donc de savoir si, et le cas échéant comment et avec quel succès, l'approche NEWFAI, et partant d'une certaine manière l'approche 4E dans laquelle elle s'inscrit, a résolu le problème de l'artificialisation de l'intentionnalité. Telle est celle qui sera examinée ici.

Jean-Louis DESSALLES (Professeur à Télécom ParisTech, Université Paris-Saclay, Laboratoire Traitement et Communication de l'Information) : « *Le rôle de la complexité et de la simplicité dans l'émergence des capacités cognitives* ».

Les espèces animales se distinguent les unes des autres par des caractéristiques remarquables. Notre cognition fait certainement de nous des primates atypiques. Peut-on caractériser ce que nous appelons notre intelligence, et comment se fait-il qu'elle ait émergé dans notre lignée ? Turing a défini l'intelligence comme la capacité à être pertinent dans le dialogue. La pertinence est une exigence forte que nous imposons à nos congénères pour établir des liens sociaux. Ceux qui ne sont pas pertinents sont ignorés, voire exclus. Je montrerai comment les notions de complexité et de simplicité permettent de cerner la notion de pertinence, en ouvrant la voie vers sa reproduction par des machines. Cette démarche permet de poser en des termes nouveaux la question : pourquoi sommes-nous dotés de cette forme si particulière de cognition ?

Catherine GARBAY (Directrice de recherche au CNRS, Laboratoire d'Informatique de Grenoble) : « *D'une intelligence artificielle à une intelligence incarnée dans l'activité humaine* ».

Mon point focal pour cet exposé est celui de la constitutivité technique de la cognition. Au-delà du couplage entre l'instrument et l'activité humaine, je souhaite questionner comment l'expérience humaine, l'histoire singulière du sujet, se développent et se construisent dans l'activité médiée par un instrument. Au plan technique, je propose comme



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

champ d'analyse celui de l'intelligence ambiante. Il s'agit d'une classe d'instrument particulière, susceptible d'apporter un éclairage pertinent et une forme de renouveau à ces questions, en raison de ses relations étroites au champ de l'Intelligence Artificielle et de ses développements technologiques très récents. A partir d'un rappel des propriétés principales de cet instrument, je me propose d'interroger les formes de couplage humain-technique qu'il engendre, ses limites et ses évolutions. La « qualité de l'expérience humaine » est ici analysée sous l'angle de plusieurs propriétés, comme le rapport au réel, l'autonomie, ou la construction du sens. À partir de ces constats, j'évoquerai quelques lignes d'évolution de ce champ scientifique qui me semblent importantes dans la perspective d'un meilleur couplage entre l'instrument et l'expérience singulière de l'humain.

Pierre STEINER (Enseignant-chercheur à l'Université de technologie de Compiègne, Laboratoire Connaissances, Organisations et Systèmes Technique) : « *Intelligence artificielle et « cognition 4E » : un changement de paradigme ?* ».

Quelle est la pertinence et quelles sont les limites du concept de « paradigme », fréquemment mobilisé aujourd'hui pour décrire les transformations contemporaines des sciences cognitives et de l'intelligence artificielle ? Qu'il s'agisse d'un proto-paradigme ou d'un ensemble de programmes de recherche hétérogènes, qu'est-ce que la « cognition 4E » ? Je répondrai à ces questions en insistant notamment sur la diversité des conceptions de l'*embodiment* que l'on peut retrouver au sein de cette nébuleuse « 4E », avant d'aborder la question suivante : une prise en compte des dimensions « incarnées », « situées », « étendues » et « énaclives » de la cognition est-elle nécessaire et/ou suffisante pour passer d'un ancien paradigme à un nouveau paradigme en IA, ou pour assister à des transformations au sein d'un paradigme déjà existant ? Si l'on souhaite s'interroger sur les conséquences éventuelles de la cognition 4E sur l'IA contemporaine, il convient aussi de remarquer l'influence d'une certaine IA sur les prémisses théoriques de la cognition 4E. Une inspiration importante des travaux précurseurs de Fr. Varela (1991), J. Hauge-land (1995) ou R. McClamrock (1995) fut en effet

un ensemble de réalisations en IA (Brooks, Agre et Chapman, Winograd et Flores, Ballard...), réalisations qui étaient déjà interprétées par ces auteurs comme exemplifiant les traits majeurs de ce qui deviendra la « cognition 4E ». Je terminerai en m'intéressant aux critiques qu'Hubert Dreyfus a pu récemment adresser à certains défenseurs d'une cognition « 4E » appliquée à l'IA, en identifiant une – voire la – tension majeure au sein de la nébuleuse « 4E » actuelle, y compris en IA : le statut du représentationnalisme, même lorsqu'il est non-symbolique et minimal.

Raja CHATILA (Professeur à l'Université Pierre-et-Marie-Curie, directeur de l'Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique) : « *Questionnements éthiques sur la Robotique et l'Intelligence Artificielle* ».

Les questionnements sur les problèmes éthiques, légaux et sociétaux (dits ELS) posés par le développement de l'Intelligence Artificielle et de la robotique datent d'une quinzaine d'années (même si quelques réflexions avaient déjà débuté auparavant) et sont devenus dernièrement assez prégnants, avec l'apparition de nouvelles applications. Ils concernent des sujets très variés tels que l'emploi, la protection de la vie privée et l'exploitation des données personnelles, la surveillance, l'interaction avec des personnes vulnérables, la dignité humaine, la prise de décision autonome, la responsabilité morale et juridique du robot ou du système intelligent, l'imitation du vivant, le statut du robot dans la société, le statut de l'humain augmenté par le robot (voir [rapport de la CERNA en 2014](#)). La démarche de recherche et de conception elle-même est en cause : comment développer des systèmes avec une méthodologie éthique et responsable ? Est-il possible de réaliser des systèmes qui incluent dans leur propre fonctionnement et dans leurs prises de décisions autonomes des valeurs humaines ?

Ces questionnements renouvellent parfois des sujets classiques en philosophie éthique et en matière de droit en les transposant aux machines, mais posent aussi des problématiques nouvelles sur lesquelles la réflexion doit mobiliser des communautés interdisciplinaires pour permettre d'appréhender l'ensemble des facettes scientifiques, techniques, humaines et sociales.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Thèses et HDR du trimestre

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

Aucune thèse ou HDR en Intelligence Artificielle ne nous a été signalée ce trimestre. Cette rubrique pourra être remplie rétrospectivement.



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

À PROPOS DE L'AfIA

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

L'AfIA anime la communauté par l'organisation de grands rendez-vous annuels. En alternance les années impaires et paires, l'AfIA organise la Plateforme IA (PFIA 2013 Lille, PFIA 2015 Rennes, PFIA 2017 Caen) et la « Conférence Nationale en Intelligence Artificielle » (CNIA) au sein du au sein du Congrès RFIA (RFIA 2014 Rouen, RFIA 2016 Clermont-Ferrand). Chaque année se tiennent également en ces occasions les « Rencontres des Jeunes Chercheurs en IA » (RJCIA) et la « Conférence sur les Applications Pratiques de l'IA » (APIA) comme autant de Sections Spéciales de CNIA.

À l'occasion de son édition 2017 la Plate-Forme IA de l'AfIA, qui se tient à Caen du 3 au 7 juillet à (PFIA 2017) accueille, outre la 15ème RJCIA et la 3ème APIA, les 11èmes Journées IAF, la 28ème Conférence IC, les 12ème Journées JFPDA, et les 25ème Journées JFSMA. L'AfIA organise également une compétition « IA et Jeux Vidéos », un nouvel espace de rencontre de la communauté IA.

Fort du soutien de 340 adhérents, l'AfIA gère :

- Le maintien d'un site web dédié à l'IA, reproduisant également les Brèves de l'AfIA,
- Une journée recherche annuelle sur les Perspectives et Défis en IA (PDIA 2016),
- Une journée industrielle annuelle ou Forum Industriel en IA (FIIA 2017),
- La remise annuelle d'un Prix de Thèse de Doctorat en IA,
- Le soutien à des Collèges ayant leur propre activité, actuellement :
 - Collège Industriel (depuis janvier 2016),
 - Collège Ingénierie des Connaissances (de-

puis avril 2016),

- Collège Systèmes Multi-Agents et Agents Artificiels (depuis octobre 2016).
- La parution trimestrielle des [Bulletins](#) de l'AfIA, en accès libre à tous depuis le site web,
- Un lien entre adhérents sur les réseaux sociaux [LinkedIn](#), [Facebook](#), et [Twitter](#),
- Le parrainage, scientifique et financier aux conférences et écoles d'été en IA,
- La diffusion mensuelle de Brèves sur les actualités de l'IA en France et à l'étranger,
- La réponse aux consultations officielles (MENESES, MEIN, ANR, CGPME, ...),
- La réponse à la presse écrite et à la presse orale, également sur internet.

L'AfIA organise aussi des Journées communes à un rythme mensuel avec d'autres Associations (en 2017 : [Entreprises de France & IA](#) avec le MEDEF, [Philosophie des Sciences & IA](#) avec la SPS, [Interaction Homme-Machine & IA](#) avec l'AFIHM, EIAH & IA avec l'ATIEF, Jeux Informatisés & IA avec le pré-GdR AFAIA, Recherche Opérationnelle & IA avec la ROADEF, Recherche d'Information & IA avec CORIA) et avec des structures du CNRS (en 2017 : [Éthique & IA](#) avec le COMETS, [Systèmes Dynamiques & IA](#) avec le GdR MACS).

Finalement l'AfIA contribue à la participation de ses membres aux grands événements de l'IA. Ainsi, les membres de l'AfIA, pour leur inscription à RFIA 2016, ont bénéficié d'une réduction équivalente à deux fois le coût de leur adhésion à l'AfIA.

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

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



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'Afia

Yves DEMAZEAU, *président*
Pierre ZWEIGENBAUM, *vice-président*
Catherine FARON-ZUCKER, *trésorière*
Olivier BOISSIER, *secrétaire*
Audrey BANEYX, *webmestre*
Florence BANNAY, *rédatrice*

Membres :

Carole ADAM, Emmanuel ADAM, Patrick ALBERT, Olivier AMI, Sandra BRINGAY, Frédéric MARIS, Arnaud MARTIN, Engelbert MEPHU NGUIFO, Davy MONTICOLO, Philippe MORIGNOT, Jean-Denis MULLER, Philippe MULLER, Bruno PATIN, Serena VILLATA.

LABORATOIRES ET SOCIÉTÉS ADHÉRENTS COMME PERSONNES MORALES

CRIL, EDF/STEP, GREYC, IFFSTAR, IRIT, LAMSADE,
LIFL, LIG, LIMOS, LIMSIS, LIPAPE, LIP6, LIRIS, LIRMM,
LORIA, LRI, ONERA, TETIS

COMITÉ DE RÉDACTION

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

Claire LEFEVRE
Rédactrice
claire.lefevre@info.univ-angers.fr

Dominique LONGIN
Rédacteur
Dominique.Longin@irit.fr

Philippe MORIGNOT
Rédacteur
philippe.morignot@vedecom.fr

■ Pour contacter l'Afia

Président

Yves DEMAZEAU
L.I.G./C.N.R.S., Maison Jean Kuntzmann
110, avenue de la Chimie, B.P. 53
38041 Grenoble cedex 9
Tél. : +33 (0)4 76 51 46 43
Fax : +33 (0)4 76 51 49 85

president@afia.asso.fr

Serveur WEB

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

Adhésions, liens avec les adhérents

Catherine FARON-ZUCKER
tresorier@afia.asso.fr

■ Calendrier de parution du Bulletin de l'Afia

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