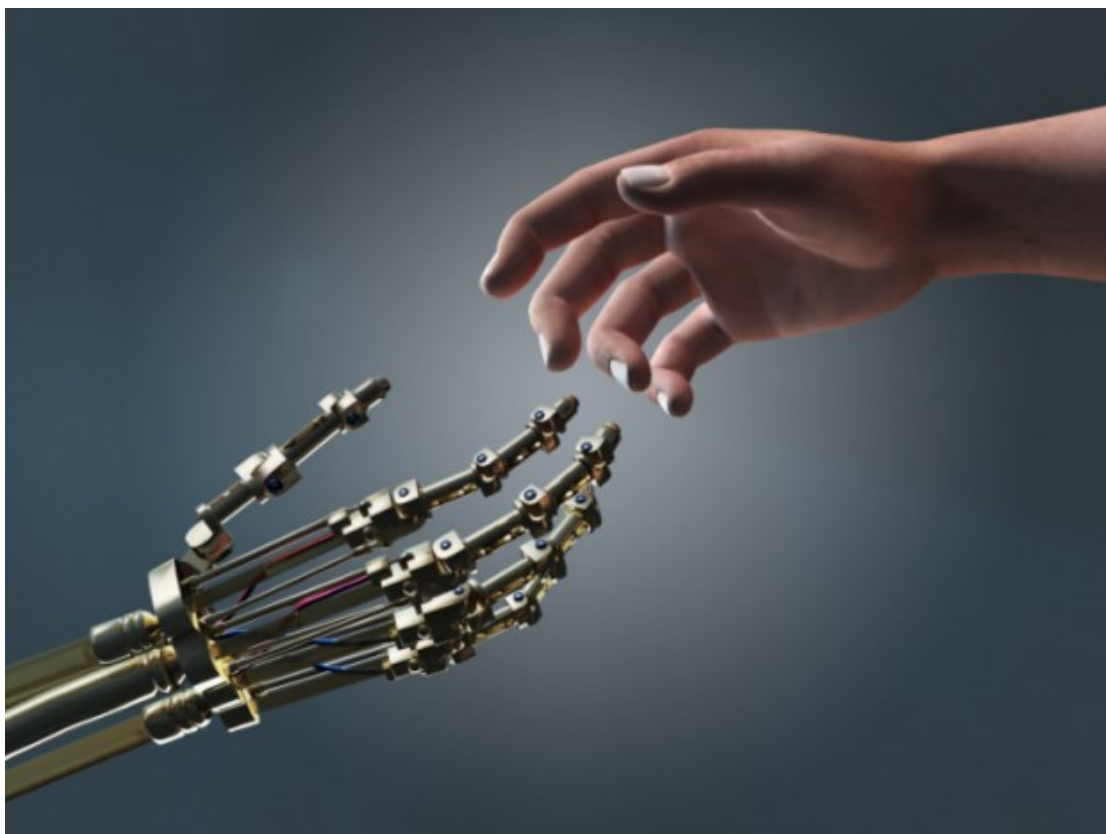


L'IA : un buzzword du moment, ou une avancée majeure pour le futur ?

École Polytechnique – Palaiseau
Jeudi 15 novembre 2018



Coordination Scientifique

Bernard Monnier (MIM), Christophe Denis (EDF Lab), Mickaël Campion (DSI Group), Judith Nicogossian (Anthropologue)



Editorial Board

Dr. Christophe Calvin (CEA)

Mr. Laurent Duploux (BnF)

Mr. Philippe Włodyka (Polytechnique)

Mr. Pascal Pavel (CEA)

Dr. Thiên-Hiệp Lê (ONERA)

Ms. Katia Castor (Association Aristote)

L'IA : un buzzword du moment, ou une avancée majeure pour le futur ?

Séminaire Aristote, 15/11/2018 à École Polytechnique

Coordination scientifique

Mickaël Campion (DSI Group), Christophe Denis (EDF Lab), Judith Nicogossian (Anthropologue), Bernard Monnier (MIM)



Table des matières

Compte-rendu des interventions	5
1. Les émotions et l'éthique dans l'IA	6
2. Le FAIR, Facebook AI Research lab	8
3. IA hybride, comment implémenter l'IA dans les projets.....	10
4. L'intelligence artificielle de confiance : le vrai défi	12
5. Cas particuliers du Deep Learning	14
6. Architectures & implémentation, tant hardware que software	16
7. Sécurité de l'IA et apport de l'IA à la sécurité	17
8. Table ronde : Explicabilité, utilité selon les domaines d'application, armée, juridique, santé	18
9. Intelligence artificielle en santé	21
10. Le point de vue juridique.....	23
11. Impact environnemental, consommation énergétique. Réduire le coût énergétique de l'IA grâce aux nanodispositifs	25
12. Présentations des projets à venir H2020 sur le thème de l'IA	27
13. Initiative Green IA.....	28

Compte-rendu des interventions

Introduction

Bernard Monnier (MIM) introduit la journée en se réjouissant du nombre d'inscrits, l'amphi devant être entièrement rempli aujourd'hui. L'association Aristote a même dû refuser quelques demandes. Il indique que l'organisation du séminaire s'est fait à quatre avec Judith Nicogossian, anthropobiologiste, Christophe Denis (EDF Lab) et Mickael Campion (DSI Group).

Bernard Monnier commence par annoncer l'article qu'il a écrit sur le site Up'Magazine et qui est paru le 13 novembre : « Quel avenir pour l'IA ? ». Mais l'IA est-elle une réalité ou seulement une mode ? C'est une vraie question tant on en entend parler aujourd'hui. Le problème est que le monde se transforme très vite. Tout a commencé vers 1955 et la gestation a duré 30 ans. Entre temps, la puissance de calcul a été décuplée, la mémoire aussi.

Il reconnaît que le mot IA est galvaudé, mais que la journée du séminaire est là pour mettre les choses au clair sur le sujet. Personne ne sait ce qu'il y a derrière ce terme d'Intelligence Artificielle. Il faut donc la définir, ce que va faire avec talent Laurence Devillers. On parle aussi d'IA faible et forte, la dernière faisant apparaître des émotions. Nous n'en sommes qu'à l'IA faible. L'IA forte n'apparaîtra pas avant 25 ans. Nous en sommes à un enfant de 4 ans ou moins. Peut-être n'est-il même pas né. Faut-il en avoir peur ? Non, personne n'a peur d'un enfant. Mais il faut l'éduquer, lui donner des règles afin qu'il grandisse dans des bonnes conditions. La peur de l'IA n'est donc pas justifiée. Elle doit être au service de l'homme. Il faut établir une confiance avec ces nouvelles techniques.

Il décrit ensuite la journée en excusant la vice-présidente de la région en charge de l'enseignement supérieur et de la recherche qui ne peut être présente.

1. Les émotions et l'éthique dans l'IA

Laurence Devillers (LIMSI/CNRS)

Laurence Devillers est professeur en informatique à Sorbonne Université au LIMSI (CNRS). Elle est aussi membre de la Commission de réflexion sur l'éthique de la recherche en sciences et technologies du numérique (CERNA) d'Allistène et est impliquée dans "The IEEE Global Initiative for Ethical Considerations in the Design of Autonomous Systems" depuis 2016.



Elle revient sur son background scientifique en langage machine et les réseaux de neurones. Elle travaille sur la voix, le langage, l'interaction homme-machine et l'éthique de recherche en sciences et technologies du numérique. Sur la reconnaissance vocale, elle a travaillé avec le Samu où elle a bien disséqué les questions d'émotions dans le langage. Les valeurs éthiques importantes en ce qui concerne l'intelligence artificielle sont la déontologie des concepteurs, l'émancipation des utilisateurs, la co-évolution homme-machine,... etc. Elle a écrit « *Des robots et des hommes* » paru chez Plon. L'IA c'est de l'imitation artificielle. C'est une discipline permettant de mieux comprendre l'intelligence humaine et de mettre en œuvre des systèmes pour percevoir, raisonner et agir sur le monde extérieur. Comme voir son bébé dans le ventre et détecter des anomalies. Doit-on le faire ? Elle ne le pense pas, bien que tout soit autorisé aujourd'hui. La machine n'est pas apte à comprendre ce qu'elle découvre. Elle ne peut pas expérimenter quelque chose de nouveau et de différent. Ce n'est donc pas un enfant, puisqu'un enfant est émotionnel. Une machine n'est pas un humain.

Selon Laurence Devillers, la fiction et la science sont mêlées. Le robot vient d'une pièce de théâtre de Karel Capek. Ce peut être un automate, un robot ou un bot. Stanley Kubrick, dans « 2001, l'odyssée de l'espace » met en scène Hal, un ordinateur qui dit avoir peur que son esprit s'en aille quand on l'a débranché. Dans Her (2014), le héros est

amoureux d'un ordinateur. La peur intervient dans I-Robot ou Real Humans. C'est un fantasme humain de vouloir recréer un humain.

Il y eut des avancées majeures en technologie. Alpha Go a battu un joueur de go en 2015 pour la première fois, car elle prévoyait jusqu'à 63 coups à l'avance. Mais le joueur a appris et ne se fera plus battre. Attention à ne jamais oublier les connaissances de l'homme qui ont été stockées dans les machines. Norman Wiener alerte qu'on va se faire avoir par les machines. En IA, il y a 3 vagues. La première est un enchaînement de règles explicables. 2ème vague, l'apprentissage statistique à partir d'une base de données. On apprend ainsi sans comprendre. La 3ème vague est l'adaptation contextuelle. C'est un challenge sur lequel travaille l'armée américaine. Un élément important est que les machines perçoivent des éléments que nous ne saisissons pas comme les ultrasons ou les infrasons.

L'internet des objets est un système opaque. Tout est sur le Cloud et donc invisible. Un enfant qui croque une pomme va connaître le goût de la pomme, l'ordinateur ne le peut pas sauf si les transhumanistes ont raison de dire que les machines auront des émotions et une conscience en 2037. Les applications de l'IA sont énormes. Facebook a créé des faux amis, des influenceurs qui sont des objets. Au contraire, certains objets comme des robots recréent des liens sociaux puisqu'ils sont faits pour ça. Un chatbot est un agent conversationnel qui capture un signal, reconnaît la parole, analyse et gère le dialogue. S'il est empathique, il détecte des expressions émotionnelles.

L'influence des émotions est partout. Nous ne sommes pas rationnels si nous ne sommes pas émotionnels. L'émotion est un facteur explicatif déterminant. La plupart des mécanismes psychologiques sont nécessaires à l'émotion, influencés par l'émotion et impliqués dans la modulation de l'émotion. Leurs représentation sur machine est d'une simplicité rare pour l'instant. On ne code que 4 émotions de base.

On peut développer des modèles d'émotion et les tester. En 87, Scherer a proposé le modèle push-pull en signalant que l'émotion dépend de la personne à qui l'émotion s'adresse. Or le deep learning ne prend pas cela en compte actuellement. Avec des exemples filmés, elle montre que parler à une machine est parfois plus facile qu'avec un homme. Les Américains l'utilisent pour détecter des syndromes post-traumatiques. Mais il faut faire attention à l'anthropomorphisme surtout avec les robots androïdes. Car les réponses des machines sont forcément prévues à l'avance. C'est donc du bluff.

Au Japon, culture de l'extrême, on commercialise une sorte de fée clochette qui répond à tout et pense au propriétaire tout le temps et le lui dit. Il faut savoir mettre des frontières et donner la confiance qu'il faut aux objets (pas trop, pas trop peu). Au Cerna robotique, elle a travaillé sur des recommandations sur la ressemblance au vivant. Mais il y a aussi les dilemmes à gérer. La voiture autonome devra choisir entre le passager, des enfants en cas de traversée intempestive ou les cyclistes pour minimiser le nombre d'années de vie perdues. Mais il sera programmé pour ça. Il faut que les ingénieurs et autres programmeurs sachent ce qu'ils font au niveau de l'éthique. Il faut remettre l'humain au centre du questionnement.

2. Le FAIR, Facebook AI Research lab

Armand Joulin (Facebook)

Armand Joulin travaille, comme 160 personnes dans le monde et en France, à FAIR (Facebook AI Research lab), créé en 2013.



Leur mission est d'améliorer l'open recherche en IA. Ils ont développé de nombreux programmes en vision, en langage, en raisonnement ou en outils. La recherche en IA façon facebook (FB) est segmentée en 4 secteurs (perception, compréhension, prédiction et planification). En perception, FB a commencé en 2012 à détecter les personnes, puis les objets, puis la posture de l'humain parmi les objets. Cela fonctionne aussi en vidéo en temps réel. Avec les hashtags des utilisateurs, on a une image plus fine du monde, même si cela introduit des biais qu'il faut réduire. Cette reconnaissance des formes, des objets ou des êtres permet d'offrir aux utilisateurs des possibilités de création sur ces images.

Le deuxième secteur, la compréhension, a commencé sur la traduction pour faciliter les communications entre les gens. Il faut comprendre le sens et non juste les mots. C'est fait avec du deep learning pour apprendre de manière statistique les tics de langages des différentes langues. Pour des malvoyants, FB peut générer des textes expliquant des images. Mais si l'image sort du cadre statistique, cela ne correspond plus (un avion qui se scratche ne se pose pas sur le tarmac).

Le travail sur la prédiction (troisième secteur) est plus spéculatif. Les outils IA ont des difficultés pour résoudre ces tâches. Le raisonnement est rudimentaire mais s'améliore. On peut maintenant reconstituer des parties manquantes d'une image d'une façon correcte. En vidéo, on peut prédire la suite d'une série d'images mais sur quelques frames seulement alors que l'homme peut prédire à plus long terme.

FAIR a créé OpenGo, un jeu de go open source, StarCraft qui apprend à avoir des bonnes stratégies d'attaque. Ils essaient aussi de faire de l'human-like IA qui prend en compte l'environnement comme l'humain peut le faire.

Les 4 grands axes développés forment une vision simpliste de l'IA tournée vers l'application, mais FB regarde aussi les notions de créativité comme avec Creative IA où il s'agit de créer des vêtements par l'apport d'un catalogue pour en imaginer de nouveaux, même si les formes sont prédéfinies.

3. IA hybride, comment implémenter l'IA dans les projets

Thierry Caminel (Atos)

Thierry Caminel est expert des technologies IA et de l'innovation chez Atos.



Même si la puissance des ordinateurs augmente comme la quantité de données, il manque toutefois quelque chose. On a vu les biais au niveau de l'entraînement, mais les chercheurs travaillent en repensant aux vieilles techniques de l'IA. Lui qui est grand-père ne peut s'empêcher de regarder sa petite-fille grandir selon les principes de l'IA. Or sa fille, la mère de sa petite-fille, apprend la médecine par les livres et les règles à appliquer. Dans *The master Algorithm*, Pedro Domingos distingue les 5 tribus de l'IA : les symboliques qui utilisent la déduction, les connectionnistes, les évolutionnistes (programmation génétique), les bayésiens (statistiques) et les analogistes.

Selon lui, on peut hybrider l'IA comme, par exemple, marier les graphes sémantiques et les réseaux de neurones pour détecter des fraudes, utiliser des réseaux bayésiens pour le diagnostic médical ou des réseaux de neurones pour créer des graphes sémantiques afin d'avoir de meilleurs graphes d'utilisateurs. Certains hybrides sont en développement, d'autres en production. Il y a de nombreuses start-up qui s'en emparent. Comment mettre cela en place ? Thierry Caminel répond : « par des symboles ». Un enfant sait associer le mot « chat » quand il voit un chat. Il explore le monde et apprend par deep learning. En mettant ensemble différents silos de données, on crée des graphes de connaissances pour obtenir un savoir intégré. C'est une méthode efficace que Thierry Caminel propose. C'est comme ça qu'on peut amener l'IA dans l'entreprise pour s'adapter aux demandes des clients. Il faut donc faire un gros travail

sur les données, y ajouter des représentations sémantiques puis construire des graphes de connaissances.

4. L'intelligence artificielle de confiance : le vrai défi

David Sadek (Thalès)

David Sadek vice-président recherche et innovation chez Thalès qu'il a rejoint il y a un an est responsable des domaines technologiques clés en particulier l'IA et les technologies cognitives. Il était auparavant à l'Institut Mines-Télécom et encore avant chez Orange, où il a initié les premières recherches IA, qui étaient déjà bien plus avancées que Siri aujourd'hui. Thales est un grand groupe, une start-up centenaire, très impliquée dans la transformation numérique. Elle s'appuie sur des piliers technologiques comme l'IoT, le big data et... l'IA. Thales a créé à Montréal le laboratoire Cortex sur l'IA et voudrait créer un hub IA à Palaiseau.



L'IA chez Thalès a commencé en 1990 avec les réseaux de neurones, puis a évolué jusqu'au deep learning. L'IA s'applique en effet chez Thalès dans l'avionique, l'aérospatial, la défense, la sécurité et le transport (analyse de flux, services, smart city, trains autonomes).

David Sadek pose la question : l'IA est-il un continuum ou un plafond de verre ? Les systèmes qui ont fait le buzz (échec, go, poker, diagnostic, conduite autonome) font essentiellement de la reconnaissance de formes et sont uniquement dédiés à leur domaine. Mais y-a-t-il une trajectoire qui mène à des systèmes capables d'être des assistants personnels ou d'expliquer leur comportement ? Selon lui, la réponse est le plafond de verre : la trajectoire n'est pas directe en tout cas. Il faut regarder l'IA symbolique à ne pas confondre avec des systèmes experts. Il conseille de rester modeste et lucide sur les projections. Qu'est-ce qu'on attend de l'IA ? Thalès s'intéresse à

un IA spécifique car son champ d'activité est celui des systèmes critiques. Ce n'est pas celui du *test and learn*. Il faut faire attention à ce que le système peut faire et ne pas lui faire exécuter autre chose. Ce n'est pas un assistant personnel. Il faut réfléchir au ratio entre l'effet Wow et l'effet WTH (what the Hell). Pour que l'IA de confiance soit adoptée, David Sadek estime qu'il faut travailler en premier sur l'explicabilité du système. Il faut pouvoir dire les raisons pour lesquels le système a pris telle décision. Ce n'est pas forcément le même raisonnement que l'homme aurait fait. Cela fait sa force mais aussi sa vulnérabilité. Il faut rendre lisible les boîtes noires des algorithmes a posteriori, mais aussi permettre aux systèmes de faire de l'introspection afin de s'expliquer eux-mêmes en langage compréhensible par un humain en contexte. L'autre caractéristique de l'IA de confiance est sa capacité à se valider. Il doit être conforme et parfois certifié. Le système fait ce qu'on attend de lui, tout ce qu'on attend de lui mais seulement ce qu'on attend de lui.

Reste la question de la validation des systèmes qui continue d'apprendre. La solution pour l'hybridation entre les IA statistique et analytique est d'encapsuler les données dans des enveloppes validables.

La troisième condition de l'IA de confiance est sa responsabilité. Il faut bien qualifier les données au départ et minimiser les biais, pouvoir auditer les algorithmes et encadrer le système « by design ».

Pour terminer David Sadek indique que Thalès vient de remporter la coordination des 80 participants de 21 pays du projet européen de 20 M€ AI4EU (AI for you) qui fait partie du programme H2020. Il s'agit de galvaniser la communauté et sera nourri par des expérimentations sur les citoyens, les robots, l'industrie et la santé.

5. Cas particuliers du Deep Learning

Alice Froidevaux (Quantcube Technology)

Alice Froidevaux est data scientist chez QuantCube et s'occupe de l'analyse des données satellitaires.



QuantCube est une start-up créée en 2013 pour travailler sur les données non utilisées dans les marchés financiers afin de créer des indicateurs macro-économiques et financiers, comme les données météorologiques, les données des réseaux sociaux, etc. Ces données sont récupérées en temps réel, ce qui permet d'être plus réactif. La société utilise pour cela du deep learning.

Le but des macro-indicateurs prédictifs Global Macro Smart Data est d'évaluer la croissance économique en temps réel. Sur le pétrole, par exemple, il prend en compte les réseaux sociaux en arabe (langue la plus courante à l'Opep (organisation des pays exportateurs de pétrole)), les images satellites des stocks de pétrole, les données infrarouges sur l'allumage d'un puits. L'autre produit de QuantCube est le Financial smart data. On retrouve le deep learning sur les rapports financiers.

Le travail sur les images satellites d'Alice Froidevaux consiste en la classification et l'analyse de pixels pour repérer des formes. Le deep learning demande un set de données labellisé (au moins 5000 exemples). Les modèles de réseaux de neurones peuvent être simples ou avec plusieurs convolutions (AlexNet) et plusieurs résolutions spatiales. L'imagerie satellite permet par exemple de suivre l'évolution spatiale des villes. Avec le satellite européen Sentinel-2, on voit les aires urbaines et on détermine leur évolution. Mais comme les villes de chaque région mondiale sont différentes, il faut des bons data set. On peut y voir les zones commerciales et les zones résidentielles.

La deuxième phase du projet et de pouvoir étudier le contexte du changement. Le dataset comprend 62 classes différentes et permet de voir mieux l'évolution des terrains que l'œil humain.

6. Architectures & implémentation, tant hardware que software

Frédéric Blanc (Kalray)

Frédéric Blanc travaille chez Kalray, spécialiste en réseau de neurones sur des puces. La société est implantée à Grenoble, à Sophia-Antipolis, dans la Silicone Valley et au Japon.



La partie réseaux de neurones est embarqué mais sera bientôt dans les data centers. Les GPU sont partis du learning, très énergivores et passent à l'inférence. Kalray fait l'inverse. Leur modèle de puces est le Bostan (1 TOPS avec un processeur de 28 nm). En 2019, le Coolidge-1 fera 16 nm, puis viendra Coolidge-2. C'est une architecture en forme de cluster de 16 processeurs avec coprocesseur à réseaux de neurones à convolution (CNN). L'intérêt est de segmenter la puce pour faire tourner un multi-système. La puce fait à la fois du calcul neuronal et du calcul classique. La comparaison des approches classique et neuronal donne l'avantage aux réseaux de neurones. L'intelligence ne se situe pas dans le réseau mais dans la matrice de pixels. Le réseau passe dans un modèle optimisant le calcul. Cela permet de classifier, de segmenter et de trouver des zones d'intérêts. Leur processeur MPPA® possèdera un coprocesseur pour la vision et l'apprentissage.

Kalray participe aussi à des frameworks avec Tesla et Google (privés) ou Apollo de Baidu.

7. Sécurité de l'IA et apport de l'IA à la sécurité

Thierry Berthier (Université de Limoges)

Thierry Berthier est maître de conférences en mathématique à l'université de Limoges et chercheur associé au CREC Saint-Cyr.



La sécurité numérique a débuté en 1971 avec Creeper, le premier virus sur Arpanet. Les attaques sont continues. Les plus communes sont des demandes de rançons. Le maillon faible est l'homme. Aujourd'hui les attaques sont mondiales comme on l'a vu avec Wannacry. De plus, les conflits armés sont projetés dans le cyberspace. L'US Cybercommand et le China Cyber Army sont bien organisés.

L'IA est utile aux défenseurs mais aussi aux attaquants. Avant, les antivirus se basaient sur les signatures, l'analyse humaine et des règles. Maintenant tout change très vite. Il faut une sécurité analytique, des big data et du machine learning. Cela permet d'être en amont des attaques et de déclencher des alarmes en amont. Itrust fait cela depuis 10 ans. Sentryo sécurise les usines. L'IA va permettre d'automatiser la détection des vulnérabilités, des attaques avec les défenses possibles, la réponse aux incidents, la preuve de sécurité. Mais il y a de nouveaux risques liés à l'IA comme faire apparaître de fausses données que prendra en compte la défense. On peut aujourd'hui modifier en profondeur des images et même des vidéos de discours politiques. Tout le monde s'y intéresse. À noter que les publications chinoises en IA ont dépassé celles des États-Unis. Et tout le monde recrute en IA de défense, la France étant bien placée dans le domaine.

Thierry Berthier termine en signalant qu'il anime, avec Eric Hazanne, d'Annecy, le groupe Sécurité IA du Hub et vient de proposer SecurIA au ministère de l'Industrie suite au rapport de Cédric Villani.

8. Table ronde : Explicabilité, utilité selon les domaines d'application, armée, juridique, santé

**animée par Judith Nicogossian
avec**

**Agnès Delaborde (LNE), Christophe Denis (EDF), Bruno Teboul (Gfi),
Raphaël Canyasse (Anamnèse), Clodéric Mars (craft.ai)**

Judith Nicogossian, anthropobiologiste demande à chacun des intervenants de se présenter.

Agnès Delaborde présente le LNE, un EPIC qui ne crée pas de produits, mais s'assure que tous les produits dotés d'IA seront sécurisés, fiables, performants et de qualité. Son équipe travaille en recherche.



Christophe Denis est ingénieur-chercheur, maître de conférence au LIP6 (laboratoire d'informatique de Paris 6), et travaille à EDF Lab qui a besoin de la recherche académique sur l'acceptabilité opérationnelle et pour augmenter le niveau des experts.

Bruno Teboul est quant à lui philosophe et cogniticien de formation puis a travaillé dans le privé, a quitté le monde opérationnel pour le monde académique. Il est chercheur associé à l'université technologique de Compiègne et est Global Practice Director - Artificial Intelligence & Blockchain chez Gfi Informatique.



Autre intervenant, Clodéric Mars est CTO de Craft.ai depuis sa création en 2015, après avoir travaillé à l'Inria. Craft-ai est une API prédictive pour des équipes métiers ou produits qui veulent ajouter des modèles prédictif. Ils ont travaillé par exemple avec Dalkia (groupe EDF) qui gère des installations de chauffage ou avec un groupe d'électricité qui utilise le compteur Linky ou même avec la Mairie de Paris pour le ramassage de poubelles. Les 3 socles de Craft.ia sont l'apprentissage continu, la compréhension à l'échelle individuelle et l'IA explicable.



Raphael Cagnyasse est CTO d'Anamnèse, créée à l'École Polytechnique en 2017 afin de structurer la connaissance médicale pour assister le médecin en harmonisant la consultation médicale. Il utilise des techniques de systèmes experts pour agréger les

connaissances et leurs liens (maladie, facteurs de risques, symptômes...etc.) et met au point des algorithmes pour poser les bonnes questions. Cela est créé avec des médecins afin de généraliser les règles. Dans un second temps, Anamnèse utilisera le machine learning pour affiner le diagnostic.



Judith Nicogossian donne ensuite la parole à Agnès Delaborde sur l'explicabilité, qui indique que le LNE n'a pas le temps de fouiller dans les logiciels. L'explicabilité lui permet baser son évaluation sur des parties concrètes. Christophe Denis, dans la simulation numérique, est confronté à la méconnaissance des phénomènes physiques dans certains cas. Le machine learning peut aider à l'explicabilité des résultats. En médecine, le médecin doit prendre sa décision. Il a besoin de comprendre pourquoi le système d'aide à la décision a proposé tel diagnostic. Bruno Teboul pense que la question de l'explicabilité fait remonter aux techniques de traitement d'images dont on est incapable de voir où elles mènent et comment elles arrivent à leurs résultats. L'explicabilité sort aujourd'hui car on commence à avoir des résultats, mais pas sur les réseaux de neurones profonds ou convolutifs. Agnès Delaborde répond qu'on a besoin de déterminer ce dont on a besoin, de la nature des données. Pour Clodéric Mars, l'explicabilité se fiche de l'algorithme. La solution est de pouvoir expliquer les résultats et non l'algorithme lui-même. Pour Christophe Denis, les systèmes experts eux-mêmes ne sont pas forcément explicables.

Judith Nicogossian lance ensuite les orateurs sur les enjeux industriels. Pour Christophe Denis, l'enjeu est l'acceptabilité opérationnelle. Les réseaux de neurones profonds produisent de nouvelles règles dont il faut pouvoir expliquer l'origine. Pour Agnès Delaborde, le LNE, en tant qu'EPIC, est un utilisateur final de l'acceptabilité. Il veut des méthodes pour expliquer les systèmes afin de pouvoir tester leur validité. Clodéric Mars insiste sur le fait que le travail avec les clients donne de meilleurs résultats avec les algorithmes classiques dont on peut détailler les données prises en compte qu'avec des réseaux de neurones inexplicables. Raphael Cagnasse dit qu'il part de la pratique et avance par allers-retours. Le coup de tampon de la société savante ou des experts du domaine est pour lui suffisant pour résoudre la question de l'acceptabilité et donc bypasser l'explicabilité.

Bruno Teboul est favorable à financer des projets européens clés car on a la matière grise. Si on trouve des algorithmes efficaces comme ceux qu'utilisent les GAFAs, on aura la parade surtout avec l'aide des grands groupes comme Thalès ou EDF qui ne demande que ça et avec l'aide des start-up. Il faut fonder l'approche sur l'IA symbolique et non les réseaux de neurones convolutifs.

9. Intelligence artificielle en santé

Christophe Richard (Santeos)

Christophe Richard est médecin, directeur médical de la société Santeos (groupe Atos). Il est favorable au médical by-design grâce à l'IA. Suite à la table ronde précédente, au delà du fait que cela fonctionne, il veut savoir si les algorithmes suivent des règles bien établies et validées sans avoir besoin de comprendre ce qui se passe dans la boîte noire. Mais il a besoin d'avoir confiance.



L'IA fait partie d'un écosystème où l'on trouve le big data, la sécurité, les données de santé... depuis le rapport Villani en mars 2018, l'IA santé a été évoquée à de multiples reprises : lors de l'orientation du 8ème Conseil stratégique des industries de santé, puis par la nomination d'un pilote national de stratégie IA, par l'avis 129 du Conseil consultatif national d'éthique, par l'organisation partagée de la santé du programme MaSanté 2022, la mise en place d'un Health Data Hub (sorte de guichet avec un catalogue de données (système nationale des données de santé, cohortes nationales, cabinets de médecins de ville ... et de services) et la création des instituts interdisciplinaires d'IA.

Le contexte juridique change aussi depuis 2016, mais la présentation suivante en parlera. En santé, il y a le PGSSI-S (Politique générale de sécurité des systèmes d'information de santé) et le signalement des incidents de sécurité. L'IA va servir en médecine prédictive, par exemple à partir des données de remboursements, en médecine de précision (génomique qui fournit la composition d'un médicament personnalisé), en aide à la décision comme évoqué précédemment par Raphael Cagnasse ou pour les robots-compagnons qui aident en cas de problèmes médicaux et aussi en prévention (exemple réduction des délais de commercialisation en se demandant si une

molécule existante a une efficacité sur tel virus ou telle bactérie). L'irruption de l'IA peut aussi apporter son expertise sur la détection des épidémies.

Selon Christophe Richard, plusieurs questions vont se poser : faut-il beaucoup de données pour entrainer une IA ? Pas forcément. L'IA sera-t-elle rentable ? a priori oui pour les sociétés de santé. Mais surtout ne pas oublier que l'IA doit servir à aider le médecin et non le remplacer.

10. Le point de vue juridique

**Julia Petrelluzzi (Université Paris-Saclay)
& Nathalie Puigserver (P3B Avocats)**

Nous avons droit à une double vision, celle de Nathalie Puigserver en activité depuis 20 ans et celle d'une doctorante, Julia Petrelluzzi, dont l'objet de recherche est l'IA en droit.



Pour Nathalie Puigserver, l'IA est une innovation de rupture qui désoriente le juriste, lui contestant son pouvoir normatif. Le droit va nécessairement influencer sur le développement de l'innovation, dans un sens ou dans l'autre. Va-t-il la freiner et la favoriser ? Les données sont essentielles, selon le rapport du Conseil national du numérique de mars 2017 : *« la valeur n'est pas là où l'on croit ; elle provient des données nécessaires à l'apprentissage bien plus que de l'algorithme »*.

Il y a de multiples régimes juridiques plus ou moins contraignants, des accords contractuels, des « soft law », les données sont variées, disséminées, réutilisables. En pratique, l'encadrement des projets d'IA se fait par des accords contractuels de façon à contextualiser le problème et gérer les revendications des acteurs impliqués. Il faut dire que l'innovation va bien plus vite que l'évolution du droit. Les données posent le problème de leur accès (open source/ main mise). En cas de main mise ou de droits exclusifs de propriété, le développement de l'IA est freiné. Le droit existant date de 1996. Il n'est pas adapté aux données produites par algorithme. Le RGPD (règlement général sur la protection des données) donne une réponse globale européenne pour les données à caractère personnel, alors que la loi République numérique est un règlement adopté le 4 octobre dernier sur la libre circulation des données non personnelles (mégadonnées). Le RGPD est vu comme une contrainte, mais c'est une stratégie différenciante des géants du web.

Pour Julia Petrelluzzi, la difficulté qui se profile est le fossé que s'agrandit entre le droit et l'IA. Les débats juridiques sur l'IA sont bien installés. D'autres points ne sont pas à négliger. Qu'est-ce que l'IA du point de vue juridique ? Officiellement, il n'y a rien. Beaucoup d'approches différentes. Mais faut-il se doter d'une définition juridique ? Et pourquoi une seule ? L'IA serait un outil donc différent d'une personne. Est-ce pertinent ? L'autonomie des machines ne fait-elle pas obstacle à cette définition ? Deuxième point que Julia Petrelluzzi aborde, comment le droit fait quand une situation implique une IA. Le droit est bien fait. Il y a un nombre de solutions juridiques impliquant une IA. Mais on peut se demander quelle est l'autonomie de décision d'une machine. Il y a un consensus pour dire qu'il y a toujours un humain derrière une machine. Alors, faut-il seulement adapter les normes et même anticiper l'évolution de l'IA ? C'est ce que préconise le parlement européen. Cela insufflé de la confiance dans le public. De plus l'éthique prend une place dominante au droit, mais est-elle suffisante pour normaliser l'IA ?

Il y a encore beaucoup d'autres questions sur lesquelles travaillent les juristes. De leurs réponses sortira une IA freinée ou accélérée.

11. *Impact environnemental, consommation énergétique. Réduire le coût énergétique de l'IA grâce aux nanodispositifs*

Alice Mizrahi (unité mixte CNRS-Thales)

Alice Mizrahi est chercheuse à l'unité mixte CNRS-Thalès.



Les avancées de l'IA sont-elles un danger pour l'environnement au niveau de l'énergie ? On voit que les centres de données consomment de plus en plus d'énergie. Cela va devenir un problème. On cherche à réduire cette consommation, ce qui peut devenir un espoir pour l'IA. Si on change la consommation énergétique au niveau de celle du cerveau humain (20W), on gagnera un facteur 100. Il faut donc s'inspirer du cerveau, même au niveau du matériel. Alice Mizrahi expose des pistes. Dans le cerveau, la mémoire et le calcul sont interconnectés, alors que l'ordinateur sépare les deux fonctions. Dans l'ordinateur, il y a des allers-retours entre mémoire volatile du calcul et mémoire lente. C'est le plus gros poste de dépense énergétique. Certains composants sont des nanomémoires non volatiles et rapides. Les jonctions tunnel magnétique sont formées de deux aimants nanométriques dont les pôles sont soit dans le même sens soit inversés, comme des 1 et des 0. Dans le memristor, deux couches métalliques sont séparées par un isolant.

Dans les réseaux de neurones, les neurones donnent des valeurs aux synapses qui rendent une valeur aux neurones. Avec les nano-mémoires c'est pareil.

Il est possible d'imiter le cerveau dont on voit que c'est un oscillateur. Avec les memristors, c'est pareil. Il peut faire des reconnaissances de voyelles, de chiffres parlés. Dans sa thèse, Alice Mizrahi a travaillé sur les erreurs. Le cerveau reçoit beaucoup de signaux bruités mais parvient quand même à calculer sans problème. On peut donc tolérer quelques erreurs pour économiser de l'énergie. On peut trouver un compromis en mémoire fiable et approximative. Il est montré qu'accepter 1/100ème d'erreur réduit la consommation de 50%. On peut même accepter l'aléatoire comme les neurones sensoriels. Un nano-dispositif a le même comportement aléatoire à cause de l'agitation thermique.

Alice Mizrahi termine par ce qui a été fait : quelques expériences avec des nano-composants et des simulations numériques avec des centaines de nano-dispositifs. Mais il reste à intégrer ces dispositifs dans des circuits.

12. Présentations des projets à venir H2020 sur le thème de l'IA

Frédéric Laurent (Ministère de la Recherche)

Frédéric Laurent présente le programme européen H2020 qui finance la R&D.



En France, cela représente 1 milliard d'euros. Il faut être trois partenaires de trois pays européens. Sur 125% des coûts directs, la subvention en représente 70%. Le premier bénéficiaire de l'appel à projet TIC 218 est le CEA (20%), mais parmi les 10 premiers, la plupart sont des industriels. Il n'y aura pas de nouveau sujet purement IA avant 2020, où il y aura beaucoup d'appels sur l'IA. Les sujets sont à voir sur le site www.ijcai-18.org/. Exemple, les solutions IA sur le darknet pour lutter contre le cybercrime et le terrorisme. Ou la protection de l'usine 4.0.

En 2019, il y a un pôle où apparaît l'IA : le pôle Robotics Core Technology (42 M€) mais sur seulement 4 domaines spécifiques. Une journée dédiée se tiendra le 18 décembre au Luxembourg. Et à Vienne, en Autriche, ICT 2018 se tiendra du 3 au 5 décembre.

13. Initiative Green IA

Mickaël Campion (DSi Group)

Mickael Campion présente l'initiative Green AI sur la problématique énergétique de l'IA. C'est une plateforme intelligente qui facilite la démarche IA tout en optimisant l'empreinte énergétique. C'est aussi une initiative collaborative visant à fédérer les acteurs français de l'IA autour d'outils indépendants proposant une alternative durable. Il faut rassembler les industriels, les centres de recherche, les start-up, les collectivités publiques. Mickael Campion appelle tous ceux qui le souhaitent à rejoindre cette initiative.

info@greenai.fr

Pour conclure, Bernard Monnier signale qu'un groupe de travail sur l'IA se constitue dans l'association Aristote, qui a organisé ce séminaire. Il présente enfin les excuses de David Ros, maire d'Orsay, vice-président du conseil général de l'Essonne et vice-président de la communauté d'agglomérations Paris Saclay, qui n'a pu se joindre à nous.