

Que faire de bien avec l'IA ?	2
Conférences du matin :	2
Discours du président / remerciement.....	2
Conférence 1 : Discours de Cédric VILLANI / introduction.....	5
Conférence 2 : « Des nouvelles de la recherche en IA »	13
« La Terre sous l'œil de l'IA. Observer. Comprendre. Agir »	16
Table ronde « Les bonnes mises en œuvre de l'IA sont des projets d'entreprises »	22
Conférence 3 : « L'IA et ses risques ».....	42
Conférence 4 : « Souveraineté & géostratégie de l'IA ».....	52
Conférences de l'après-midi :	65
Conférence 1	65
Conférence 2 : « IA à l'interface entre recherche et industrie »	76
Conférence 3 : « IA interface entre recherche et développement artistique/personnel ».....	93
Conférence 4 : « Souveraineté alimentaire »	112
Conférence 5 : « IA & Projet de société »	129
Conférence 6 : « L'IA peut-elle être vertueuse, écologique, artistique et inclusive »	141
Conférence 7 : Discours.....	157
Conférence 8 : Table ronde « Que pourrait-on faire de bien avec l'IA ? »	164

Que faire de bien avec l'IA ?

Conférences du matin :

Discours du président / remerciement

David MENIER, président de l'université Bretagne Sud

David MENIER :



Nous sommes réunis pour discuter de que faire de bien avec l'IA. Nous sommes enseignants, chercheurs, étudiants, personnels de l'État, partenaires public et privé, venus d'horizons variés, tous confrontés à une même réalité : l'intelligence artificielle a transformé, transforme en profondeur notre société. Et vous vous intéressez sûrement à comment, demain, elle peut transformer ma sphère biologique, ma bulle biologique et s'étendre éventuellement à l'ensemble des discussions que je peux porter au sein de ma famille, de mon entreprise, de mon quotidien. Nous avons donc l'opportunité de dessiner les contours de demain.

Je tiens chaleureusement à remercier Emmanuel FRENOD, le vice-président autour de l'IA, du numérique et du pilotage. C'était une commande que je lui avais passée : « Je voudrais que tu organises une journée sur l'IA à Vannes et à l'université de Bretagne Sud ». Il l'a fait. Je le remercie pour son engagement constant à placer l'humain au cœur des transformations du numérique. Il est mathématicien. Nous aurons le plaisir de partager avec d'autres mathématiciens de renom dans ces échanges. Son leadership éclaire une université comme la nôtre, mais pas seulement. Par le biais de ses partenaires privés et publics avec lequel il travaille depuis longtemps, il donne un sens à nos projets.

Un grand merci à nos partenaires sans qui cette journée n'aurait pas été possible. Grâce à eux, plus de 20 experts de renom sont parmi nous pour partager leur savoir et leurs expériences. Je salue particulièrement la présence de nos invités d'honneur, monsieur Cédric VILLANI. Luc JULIA qui nous rappelle avec humour que l'IA générative n'existe toujours pas. Lou WELGRYN, secrétaire générale de Data for Good. Philippe CLERC, président de l'Académie de l'intelligence économique. Merci aussi d'être présent.

Bien d'autres partageront effectivement ces discussions dont leur parcours et leurs idées nourriront les différents échanges. Merci à nos partenaires Ouest-France, Benoît GUERIN. À l'entreprise CGI. Merci à Eureden. Merci Alain PERRIN et Marie-Gabrielle

DANIEL. À l'entreprise Le Gouessant, cher Remi CRISTOFORETTI. Et à tous ceux qui ont contribué à rendre cet événement possible.

Je ne peux pas oublier l'université de Bretagne Sud, nos équipes, mes équipes, tous les services qui ont pu contribuer, cela représente plus d'une trentaine de personnes. Merci à la DSI, direction des services informatiques, au SUP qui travaillent aussi sur l'intelligence artificielle et bien d'autres qui ont œuvré dans l'ombre pour organiser cette journée.

Un merci spécial à Gaëlle QUEMENEUR et Manuela LE LOIRE qui ont été les deux personnes qui m'ont accompagnées.

Votre présence à tous montre bien que les questions autour de l'IA ne se construisent pas dans l'isolement, mais dans le dialogue et la collaboration. Nous vivons une époque de transition permanente, numérique, écologique, sociétale. L'IA, outil puissant, mais sans conscience propre nous renvoie nos responsabilités collectives. Comment nous former et nous adapter sans perdre de vue l'essentiel ?

En tant que président, c'est une question permanente. Comment accompagner nos étudiants, nos enseignants, nos chercheurs dans un monde où les compétences évoluent à une vitesse vertigineuse ? Le rapport au temps aujourd'hui, parfois, nous dépasse. Cette invention, il va falloir qu'on la maîtrise, mais pour autant, vivez pleinement l'instant présent. Comment faire de l'IA un levier de progrès sans sacrifier notre éthique, notre créativité, notre sens critique ?

C'est le programme sur lequel Emmanuel a tergiversé, a construit ce colloque qui doit inviter à la réflexion et à l'action. Ce n'est pas pour subir l'IA, c'est pour mieux la comprendre, la façonner et en faire une alliée. Les conférences et tables rondes nous donneront des clés pour aborder ces défis. Nous parlerons de formation, d'innovation responsable, de souveraineté, mais aussi de la place de l'humain dans un monde où la technologie avance souvent plus vite que notre capacité à l'apprivoiser.

L'IA soulève des questions profondes. Peut-elle être vertueuse ? Peut-elle nous aider à vivre mieux ? Peut-elle servir l'intérêt général sans creuser de nouvelles fractures ? Face à ces enjeux, gardons-nous de deux pièges : le rejet par peur de l'inconnu et l'adhésion aveugle à la nouveauté. L'IA est un outil et comme tout outil, son impact dépend de l'usage que nous en faisons. Elle nous invite à rester lucides, à questionner, à innover avec prudence et ambition. Soyons conscients des risques, mais aussi des opportunités qu'elle offre : résoudre des problèmes complexes, améliorer notre santé, notre environnement, notre éducation. Pour cela, elle doit être accompagnée, régulée et surtout humanisée. Restons humains.

Ce colloque est une invitation à voir l'IA, non comme une menace, mais comme une chance. Une chance de repenser nos métiers, nos méthodes, nos valeurs. Une chance

pour construire ensemble un avenir où la technologie sert l'humain et non l'inverse. C'est ensemble que nous donnerons un sens à cette révolution. Que ce colloque soit pour nous tous une source d'inspiration, de passion et d'action.

Conférence 1 : Discours de Cédric VILLANI / introduction

Cédric VILLANI, mathématicien - université Claude-Bernard – Lyon-1 et université de Rennes

Cédric VILLANI :

Dans ma carrière, j'ai vu différents sujets de société, que ce soit à l'université ou au Parlement, mais je n'en ai jamais vu aucun dans lequel il y ait autant de confusions, de troubles, de mensonges et de bluffs que celui de l'intelligence artificielle.



Dans la continuité ou l'héritage du rapport que j'ai rendu au gouvernement en 2018 sur le thème : *Donner un sens à l'intelligence artificielle*. J'avais autour de moi une remarquable équipe d'une demi-douzaine de personnes, dont Marc SCHOENAUER, directeur de recherche à l'INRIA et c'était notre boulot que de donner des conclusions sur ce que cela pouvait être : donner un sens à l'intelligence artificielle dans un contexte où on voyait les performances augmenter de façon importante. La France allait se doter dans la foulée de ce rapport d'une stratégie nationale pour les années à venir. C'était le deuxième pays européen après la Grande-Bretagne de 2015 à se doter d'une telle stratégie. Et donner un sens, ça voulait dire à la fois essayer

de comprendre ce qu'il était en train de se passer et faire aller les choses dans la bonne direction avec quel secteur et quel grand principe pour la puissance publique.

Nous pouvons aussi dire que depuis cette époque, les choses ont bougé de façon considérable, aussi bien du côté scientifique, que du côté de l'innovation, que du côté économique. Quelques mois après ce rapport, en 2018, on voyait la première présence de l'intelligence artificielle au prestigieux congrès international des mathématiciens qui se tient tous les 4 ans. C'était à Séoul, en 2018, à l'été, qu'Emmanuel CANDÈS, mathématicien français exerçant aux États-Unis, pour la première fois, invitait le sujet de l'intelligence artificielle en conférence plénière de ce congrès international, sur le thème de la santé, à travers une collaboration remarquable avec des chercheurs hospitalo-universitaires. Les grands commentateurs mathématiques et les grands mathématiciens influents commentaient en disant : « Des gens comme CANDÈS font des recherches mathématiques pour sauver des vies rien de moins. » C'était un peu un émoi du côté de la communauté mathématique que de voir qu'il y avait de telles évolutions dans les orientations scientifiques. Il y avait d'autres émois dans la sphère spécialisée.

En 2022, ça a été le grand réveil du côté de la société avec l'arrivée des premiers agents conversationnels, les Chatbots, dont la qualité de rendu et de discussion était telle que

tout le monde pouvait se prendre à la conversation, faisant oublier leurs prédécesseurs, les Chatbots-T et quelques autres qui étaient plutôt un sujet d'amusement et parfois de risée. Et à la suite de ça, ça a été un emballement politique, médiatique, public qui était inimaginable dans le monde de 2018.

Le principal contraste entre le colloque que j'ouvrais en 2018 pour la présentation de notre rapport au Collège de France et le colloque que j'ouvre aujourd'hui à l'université Bretagne Sud en 2026, c'est qu'en 2018, il fallait insister et motiver le monde de la presse pour dire que l'intelligence artificielle, c'était un sujet passionnant. Aujourd'hui, en 2026, c'est le sujet de chaque jour, voire de chaque heure. Et c'est le contraire, il faut trier les nouvelles pour éviter de sombrer dans le chaos et la confusion. Le débat public a changé de volume de façon phénoménale.

En 2024, le prix Nobel était pour la première fois attribué à des chercheurs spécialistes d'intelligence artificielle. C'était Geoffrey HINTON et John HOPFIELD en physique. C'était Demis HASSABIS et John JUMPER en chimie. Et dans la foulée, Geoffrey HINTON faisait des conférences à travers le monde, comme tout nouveau prix Nobel qui se respecte, expliquant qu'avec une bonne probabilité, l'intelligence artificielle allait anéantir l'humanité. Peut-être avec 10 ou 20 % de chance, peut-être d'ici 10 ou 20 ans. On n'avait pas vu ça depuis le prix Nobel de Otto HAHN en 1945 pour la fission nucléaire, la base de la bombe atomique. Mais dans le même temps, Demis HASSABIS, prix Nobel lui aussi la même année pour ses travaux en chimie, allait à travers le monde expliquant que l'intelligence artificielle allait permettre de soigner toutes les maladies, toutes, d'ici à 2030 probablement. Donc, dans le même sujet, il y avait deux chercheurs parmi les meilleurs dans leur discipline à travers le monde l'un expliquant que c'était l'anéantissement et l'autre que ça allait nous guérir de tout ce qu'on peut imaginer. Preuve s'il en était besoin que même le monde scientifique est gagné par cette extraordinaire confusion, cette fièvre qui rend le discernement difficile et qui voit les prédictions invraisemblables fleurir.

Aujourd'hui, il suffit de regarder les titres de la presse sur les sujets de société, mais encore plus la presse économique pour saisir l'ampleur de l'affolement qui caractérise le contexte actuel. Nous sommes dans un contexte de grand affolement. La presse économique parle de Nvidia - aujourd'hui première capitalisation mondiale avec environ 5 000 milliards de dollars, ils en avaient 50 fois moins en 2018 - et dit « Vous n'avez aucune idée de ce qui va arriver sur le monde en 2026 ». On ne sait pas exactement ce qu'ils entendent par là. Leur PDG dit que ce n'est même plus la peine d'apprendre à programmer pour la suite. Et on se demande aussi si tout ça, ce n'est pas pour détourner l'attention du scandale du moment où on découvre qu'ils ont passé un accord avec le plus grand site illégal de texte à travers le monde pour y récupérer un accès frauduleux à toutes les données et tous les livres imaginables pour entraîner leurs algorithmes.

Côté européen, la plus grande capitalisation est aussi une entreprise de la tech, en l'occurrence le néerlandais ASML qui s'occupe de faire du *hardware*. La presse dit qu'ils sont en surchauffe avec un carnet de commandes tellement plein qu'ils n'arrivent pas à répondre à la demande, ce qui est un petit peu un exploit par les temps qui courent. Du côté américain, on parle de Meta et de Tesla qui l'une et l'autre ont connu une année écoulée difficile avec des revers importants, mais pour autant qui vont continuer à investir par centaines de milliards dans l'intelligence artificielle et dans la robotique, convaincu que c'est là la solution, à grand coup de lunettes connectées, robots humanoïdes et qui sait quoi. Et dans la planète financière mondiale, il y a une double crainte, pour les uns de se dire : si on n'investit pas assez, on va se retrouver écrasé par la concurrence. Et pour les autres : si on investit, on va se retrouver ruiné quand la bulle va exploser et prit en sandwich dans l'un et dans l'autre.

Le département de l'énergie américain explique à ses interlocuteurs que son boulot principal n'est pas d'assurer un approvisionnement énergétique aux citoyens américains, mais d'assurer un approvisionnement énergétique aux algorithmes des grandes entreprises américaines pour qu'elles puissent dominer le monde. En France, on parle des géants de la tech comme, côté algorithme, Mistral et son ascension fulgurante, qui est le seul projet en matière de grands modèles de langage qui fasse concurrence en Europe aux très grands projets de l'Est ou de l'Ouest. On parle de Capgemini et tous ses déboires sur les projets et les contrats qu'ils auraient ou pas passés avec le gouvernement américain en plein scandale de l'ICE. Tout ça dans un contexte de compétition à mort acharnée.

Il y a encore une décennie, les grandes entreprises de la tech parlaient de grande coopération les uns avec les autres et partageaient leurs résultats sans grande crainte. Aujourd'hui, non seulement c'est une lutte à mort, mais au niveau du rythme de travail - y compris dans des entreprises qui parlent d'un monde futur où les IA feront tout le travail pour nous - on voit fleurir le fameux rythme du 9 9 6 qui demande aux employés de travailler de 9h à 21h, 6 jours par semaine dans une compétition, évidemment, acharnée et à mort.

Et puis au milieu de tout ce déchaînement de grandes annonces chaotiques et impérialistes, on retrouve la petite nouvelle toute gentille qui arrive et qui dit que des médiévistes ont travaillé avec INRIA pour numériser et mettre sous catalogue informatique - le tout entraîné par intelligence artificielle - plus de 32 000 manuscrits pour permettre d'accélérer le déchiffrement et la compréhension de manuscrits du Moyen Âge.

Tout ce grand contraste extraordinaire entre les échelles, entre les buts, on le trouve à travers l'intelligence artificielle. Et derrière tout ça, il y a des algorithmes. La question à laquelle je vais apporter quelques éléments en préparatoire est : finalement intelligence artificielle où IA, qu'est-ce que c'est exactement ? Quand j'ai commencé le rapport en

2018, je me disais, on va bien entendu, comme un bon mathématicien commencer par chapitre un, définition. Et j'ai bien vite compris après quelques auditions qu'il n'y aurait pas de définition. Il me semble avoir trouvé une définition à peu près acceptable maintenant, mais qui n'est pas une vraie définition. Appelons intelligence artificielle toute technique d'automatisation électronique de tâches qu'on aurait cru réserver aux esprits humains ou animaux et qui attire le *buzz*. Si ça n'attire pas le *buzz*, ce n'est pas de l'IA, on l'appelle de plein d'autres noms. Mais le *buzz* est consubstantiel à l'IA. Si on enlève la partie *buzz*, on pourrait tout aussi bien dire IA comme informatique avancée. Et c'est ça que c'est à la limite. Ce sont des algorithmes qui s'appuient sur l'explosion du secteur informatique à partir du milieu du 20e siècle, à partir de la Seconde Guerre mondiale et les trois grands programmes qui sont nés à partir de là. Le grand programme des télécommunications modernes, le grand programme du stockage des données et le grand programme du calcul informatique. Ce sont trois programmes qui naissent au moment de la Seconde Guerre mondiale dans la forme moderne, et qui ont un boost considérable à partir de la fin des années 40. En 1943, le patron d'IBM concluait après enquête de ses services qu'il y avait un marché mondial pour peut-être cinq ordinateurs. C'était un peu avant la découverte du transistor par les Bell Labs. Et à partir la fin des années 40 jusqu'à nos jours, on a vu une explosion exponentielle de ces trois grands programmes : télécommunication, stockage, calcul, gagnant un ordre de grandeur, un facteur 10 dans les performances tous les 10 ans. Et une explosion qui ne s'est jamais démentie.

Mais la partie algorithmique, elle, a été beaucoup plus chaotique. Les algorithmes qu'on pouvait faire à partir de ça et au fur et à mesure qu'on tentait des recettes, ont eu des hauts et des bas. On parlait d'explosion d'enthousiasme et de boom dans les années 60, puis de déception et d'hiver dans les années 70, puis de boom à nouveau et de nouveaux printemps dans les années 80, puis c'était la déception dans les années 90. Si comme moi, vous aviez appris le sujet dans les articles de vulgarisation scientifique adolescence des années 80, le temps que vous arriviez en grande école, le sujet était passé de mode. Et puis dans les années 2000, fin des années 90-2000, grand redémarrage. Et puis dans les années 2010, accélération, on passe là du printemps à l'été. Et puis dans les années 2020, la canicule, on peut dire que nous y sommes. Et à chaque fois un changement technique et une imprédictibilité qui défie même les experts avec en ligne de mire l'ensemble des techniques liées à l'apprentissage. Ces techniques qui permettent à un programme d'apprendre à calibrer les paramètres du programme pour qu'il colle au mieux à ses tâches en utilisant les trois grandes techniques d'apprentissage utilisées par les humains, utilisées par les algorithmes.

Le premier, c'est l'apprentissage par règle. Comme dans un cours d'université. Il faut agir selon tel, tel et tel truc. Diagnostic, premier élément, deuxième élément. Cours de médecine, vous faites l'examen clinique, la fièvre et cetera et vous en concluez ceci ou cela. Deuxième grande méthode, par l'expérience, par les données, par l'exemple,

comme nos enfants apprennent les langues par l'exemple de leur entourage bien avant d'avoir la moindre notion de grammaire et qui demande beaucoup d'exemples pour être efficace, c'est un apprentissage statistique. Troisième type de méthode, par calcul, par renforcement comme on dit parfois, en calculant, en évaluant diverses possibilités. Un peu comme, vous, si vous vous entraîniez à progresser aux échecs en jouant avec vous-même, en vous demandant ce coup, puis ce coup et en réfléchissant et en devenant ainsi meilleur. Ou comme un écrivain qui apprendrait inlassablement en refaisant, en testant des figures de style jusqu'à ce qu'il trouve son style. Donc ces trois grands types d'apprentissage, au fur et à mesure des techniques sont retrouvés croisés, enchevêtrés, améliorés avec telle ou telle recette, et des centaines et des milliers ont été essayées. À un moment les trouvailles étaient du côté des architectures physiques, à un moment, c'était du côté des architectures logicielles et ainsi de suite.

On a vu par exemple la résurrection des réseaux de neurones, choc dont les spécialistes pour beaucoup ne sont pas encore remis. Essayés et testés depuis les années 40 et qui finalement après avoir été source de grands espoirs dans les années 60, puis dans les années 80, puis sources de déception sont retrouvés dans une résurrection spectaculaire dans les années 2010 au grand étonnement même des spécialistes de la discipline et au grand bonheur des quelques originaux qui s'obstinaient dans cette voie avec le génie de leur savoir-faire. Et qui sont devenus extraordinairement célèbres comme la gloire nationale française et bretonne Yan LE CUN aujourd'hui en rupture de ban avec Meta et occupée à fonder sa propre entreprise, sa propre start-up qui sera spécialisée dans l'entraînement de modèle qui feront de l'apprentissage statistique, pas seulement sur des données de langage et sur des phrases, mais sur les paramètres du monde entier, sur toutes sortes de données qui seront incorporées. Ou comme Geoffrey HINTON, ou comme Yoshua BENGIO, les uns, les autres, recevant toutes les prestigieuses récompenses, le prix Turing, le prix Nobel pour HINTON et ainsi de suite. Donc grande surprise même pour les spécialistes.

On peut parler de toutes les autres techniques. Les grands modèles de langage qui ont fait le succès des Chatbots à partir de 2022 étaient connus depuis la fin des années 2010, mais même les experts n'anticipaient pas qu'ils auraient une telle efficacité dans la production et un tel impact dans le débat public alors même que le modèle économique reste incertain. Et puis derrière tous ces algorithmes, qu'est-ce qu'il y a mathématiquement parlant ? Pour la plupart, il s'agit de fonction. Une fonction, c'est un objet mathématique qui, à quelque chose, associe autre chose. Vous lui associez une valeur ou un ensemble de valeurs et il vous renvoie une autre valeur ou un ensemble de valeur. Qu'est-ce que vous lui donnez ? Vous lui donnez à manger peut-être une mesure, peut-être un relevé météorologique : il y a telle et telle hygrométrie, telle et telle pression, à telle jour et cetera, ou une image transformée en nombre et elle vous renvoie quelque chose d'autre. Donc, à un truc, elle associe à un autre truc. Ce truc qu'elle renvoie, ça peut être un diagnostic, une probabilité, une prédiction, et cetera. Au lycée, on a tous et

toutes étudié des fonctions avec 1, 2, 3 paramètres comme la fonction qui a un nombre réel associe $ax^2 + bx + c$. C'est l'équation de la parabole et ça décrit un phénomène quadratique avec trois paramètres. Ici, on a des fonctions qui sont de même nature, mais elles n'ont pas trois paramètres, elles en ont pour certaines 1 000 milliards. Elles n'ont pas été conçues pour répondre à un problème mathématique bien défini dont on connaît les valeurs, mais leurs paramètres ont été ajustés par un autre programme qui souvent faisait appel encore à un autre programme et s'appuie sur des bases de données qui couvrent l'ensemble du savoir mondial numérisé. Donc ces fonctions extraordinairement sophistiquées peuvent donner l'illusion que derrière il y a, comme pour nous, une volonté, une présence, une conscience, une action, des décisions, mais à la fin ce sont juste des fonctions utilisées par les uns, les autres.

Au départ, le projet initial, c'était sans doute mieux comprendre comment fonctionne notre intelligence en utilisant des fonctions et pas seulement. Aujourd'hui, le projet, c'est la foire d'empoigne où tout le monde va l'utiliser dans son profit et où un certain nombre se demandent ce qu'on va faire de bien avec ces fonctions. C'est le but de ce colloque que de l'aborder de façon très ouverte avec toute une variété de secteurs et d'intervenants.

2018, dans le rapport rendu au gouvernement, et c'était aussi le cas dans le rapport qui a succédé, le rapport BOUVROT, il était important d'indiquer quels étaient les secteurs dans lesquels la puissance publique devait aussi concentrer son effort, son attention, des investissements en lien avec ce sujet. 2018, nous avons bien sûr insisté sur la santé, premier secteur dans lequel les applications ont été multipliées et le développement de l'IA en santé a été au-delà de ce qui pouvait être espéré à l'époque. Nous avons insisté sur l'écologie et l'environnement et, en revanche le développement des applications dans ce secteur a été en-dessous de ce qu'on pouvait espérer. Nous avons insisté sur la mobilité et il est vrai que le secteur de la mobilité est devenu très gourmand en intelligence artificielle, mais pas de ce qui était le plus visible en 2018. Nous avons aussi insisté sur le secteur de la défense qui a été très marqué par l'IA à un point qui était difficile à imaginer à l'époque. À tel point qu'on parle dans les États-majors américains de la plus grande révolution qu'il n'y ait jamais eu dans le secteur de la guerre. Et nous avons aussi parlé de secteur à surveiller comme le secteur des finances, même si la finance a les moyens d'investir dans le sujet sans faire recours à la puissance publique. Nous avons parlé de l'éducation. En 2018, on voyait que l'éducation était un sujet dans lequel on pouvait faire de belles choses, mais il y avait plein d'incertitudes. Aujourd'hui, en 2026, peut dire encore plein d'incertitudes et, en revanche, tellement de complications et de problèmes qui sont survenus que cela risque de donner bien plus de fils à retordre que d'avantages.

Et puis on a vu arriver les débats de société qui vont venir s'inviter à travers ce colloque. Débat sur la consommation de ressources et le gigantisme de l'exploitation liée à

l'intelligence artificielle. Le débat sur le temps de cerveau disponible et sur la gigantesque désorientation que cela peut représenter. Le débat sur toutes les opportunités de nouvelles tâches effectuées plus efficacement, plus sûrement, plus rapidement. Le débat sur l'emploi. Et puis de façon générale dans tous les sujets de société, une très grande implication de toute la sphère de l'intelligence artificielle qui rend nécessaire qu'on aborde le sujet à travers les trois sphères qui seront représentées dans les intervenants : le monde de l'université, le monde de l'économie et le monde de la politique.

Du côté du monde universitaire, outre Emmanuel FRENOD de l'université Bretagne Sud. Il y aura aussi Charlotte PELLETIER qui viendra parler de ses recherches et de son parcours. Olivier WONG HEE KAM de l'université de Rennes. Laurence DEVILLERS de Sorbonne université. Ada ACKERMAN du CNRS, ENS et Sorbonne-Nouvelle. Marie-Paule CANI de l'école polytechnique et académie des sciences. Isabelle COLLET de l'université de Genève. Michel DOJAT-ROCHY de INSERM et INRIA à Grenoble et moi de l'université Claude Bernard Lyon-1 et université de Rennes. Les uns, les autres dans ce monde universitaire, nos parcours sont croisés et recroisés autour de thématiques diverses au cours des dernières décennies et avec des parcours extrêmement variés.

Du côté du monde de l'entreprise et de l'économie, Alin PERRIN pour Eureden. Mathilde RADEK pour Le Gouessant. Billal CHOULI pour HeadMind Partners. Luc JULIA qui a œuvré chez Apple, Samsung et Renault. Christophe TOURRET pour ESRI. Justine LIPUMA pour Mycophyto et la ferme digitale. Frédéric MISKAWI venu tout droit d'Atlanta et Daniel TROCME pour CGI. David DIEUDONNE pour Ouest-France. Philippe CLERC pour l'Académie d'intelligence économique. Panel varié.

Et du côté du politique, mon ancien collègue de l'Assemblée nationale Éric BOTHOREL qui a la réputation d'être le député actuellement au service le plus pointu et le plus pertinent sur les sujets d'intelligence artificielle. Lou WELGRYN de Data for Good, l'association extrêmement vue sur les questions de débats publics et d'usages pour le bien de l'intelligence artificielle. Bertrand RONDEPIERRE pour l'Agence ministérielle d'intelligence artificielle de défense et la ministre Anne LE HENANFF également bien connue en Bretagne.

Au total, les secteurs représentés et évoqués dans ce colloque très riche seront : agriculture, médecine, écologie, géographie, urbanisme, industrie en automobile, en informatique, en agroalimentaire, la presse, le conseil aux entreprises, expression artistique, réalité virtuelle, défense, commerce, politique. Quelque chose d'assez varié qui tissera une toile bien large. Cette exploration multifacette n'est là, pas pour nous donner des prescriptions ou nous donner un prêche, mais pour nous donner des clés. Et c'est notre travail que de se demander à travers tout ce déluge d'usage et de possibilités ce que l'on peut en faire de bien, lui donner du sens positif.

Conférence 2 : « Des nouvelles de la recherche en IA »

Cédric VILLANI, mathématicien - université Claude-Bernard – Lyon-1 et université de Rennes

Cécile PELTIER, journaliste et animatrice

Charlotte PELLETIER, enseignante-chercheuse à l'université Bretagne Sud et Institut Universitaire de France

Cécile PELTIER :

Charlotte PELLETIER est lauréate d'une chaire fondamentale de l'Institut Universitaire de France. Elle va nous parler de ses recherches en IA en matière d'observation satellitaire de la Terre au sein du laboratoire IRISA.

Cédric VILLANI

Charlotte, comment t'es-tu lancée dans ta carrière en science et dans quel domaine de la tech plus particulièrement ?

Charlotte PELLETIER :

J'ai toujours été intéressée par les sciences, spécifiquement les sciences de l'ingénieur où j'ai eu la chance, déjà au lycée, de pouvoir poursuivre des enseignements dans ce domaine-là. Ensuite, je me suis naturellement dirigée vers une école d'ingénieur avec une spécialisation plutôt en électronique. À l'époque, j'étais très intéressée pour pouvoir combiner à la fois des sciences en lien avec les mathématiques sur du traitement du signal, du traitement des images, mais également leur implémentation avec l'outil informatique. Et c'est comme ça que je suis partie vers une école d'ingénieur. À la fin de ce cursus, on avait besoin de faire un stage de fin d'études et j'étais assez intéressée pour pouvoir appliquer ça de manière concrète. Je suis allée faire un stage de fin d'études au CNES, le Centre National d'Etudes Spatiales où j'ai commencé à travailler avec de la donnée satellitaire, à l'analyser avec des outils de traitement d'images qui existaient à l'époque et cela m'a beaucoup intéressée. J'ai décidé de poursuivre dans ce domaine-là avec un travail de recherche, un travail doctoral.

Cédric VILLANI :

Quel parcours universitaire ensuite ?

Charlotte PELLETIER :

J'ai fait mes 3 années de doctorat à Toulouse dans un laboratoire à l'interface entre plusieurs disciplines, l'agronomie, l'écologie, le traitement des images satellitaires qui s'appelle le CESBIO, le Centre d'Etudes Spatial de la Biosphère. Et suite à cette formation à la recherche, j'ai voulu poursuivre une carrière académique et je me suis naturellement dirigée vers un post-doctorat que j'ai poursuivi en Australie. Je suis partie

2 années vivre en Australie pour continuer des travaux de recherche, plus en informatique. Je voulais un peu me réorienter et puis m'aligner et prendre le flux de toutes ces techniques d'intelligence artificielle qui arrivaient pour le traitement des données que je manipulais.

Cédric VILLANI :

Quel était le contexte sur l'IA ? Dans quel type de période était-on et qu'est-ce qui faisait le *buzz* à l'époque ?

Charlotte PELLETIER :

J'ai été diplômée de mon diplôme d'ingénieur en 2014. J'ai soutenu ma thèse en 2017 et je suis partie en Australie début 2018 pour 2 années. L'IA dans le grand public est apparue avec les agents conversationnels et ça a pris une ampleur en 2022. Mais en réalité, la sortie de la période hivernale de l'IA date plutôt de 2012 avec l'arrivée d'un modèle qui a permis de faire des prédictions de manière très précise sur un jeu de données avec des millions d'images, qui était capable de prédire ce que l'on voyait sur les images. Et ça, c'est arrivé en 2012. Le temps que ça arrive jusqu'à mon domaine plus spécifique de l'observation de la Terre, il y a eu une première thèse soutenue en France aux alentours de 2017 et une deuxième en 2018 où il y a eu l'utilisation des techniques de type réseaux de neurones pour le traitement de données satellitaires.

Moi, j'étais dans la période où ces techniques revenaient de plus en plus. Et début 2018 quand je suis partie faire mon post-doctorat, je me suis formée à l'apprentissage profond du fonctionnement de ces réseaux de neurones et à comment on pouvait et devait les adapter pour nos données.

Cédric VILLANI :

Donc un cas d'école de ce nouvel élan qui est arrivé au milieu des années 2010 autour des réseaux de neurones.

Charlotte PELLETIER :

Tout à fait. Oui.

Cécile PELTIER :

C'est aussi l'occasion pour Charlotte de rappeler qu'il est important de montrer qu'il y a des femmes qui investissent le sujet des sciences et de l'intelligence artificielle.

Charlotte, vous étiez beaucoup entourée d'hommes. Est-ce que cela a été quelque chose d'assez aisé ? Ou au contraire, vous sentez qu'il y a encore à encourager et à montrer des exemples ?

Charlotte PELLETIER :

Il y a plein de moyens de le faire, mais en effet, on n'est pas du tout arrivé à la parité. On estime à peu près à 10 % le nombre de femmes dans des cursus scientifiques, par exemple en informatique à l'université Bretagne Sud. Mais ces chiffres, malheureusement, sont à peu près les mêmes pour toutes les universités.

Donc oui, j'ai beaucoup été entourée d'hommes. Mais j'ai aussi été très chanceuse d'être bien entourée dans des milieux bienveillants. Malheureusement, ce n'est pas toujours le cas, ce qui peut en effet compliquer l'accès des femmes à certaines formations.

Je pense que c'est vraiment important d'avoir cette diversité, cette parité. On le voit notamment sur les questions d'IA. Il y a certains systèmes de reconnaissance vocale, de reconnaissance faciale qui n'étaient pas du tout adaptés pour reconnaître la voix des femmes, reconnaître le visage des femmes. Ou sur certains traitements médicaux qui n'ont pas du tout été développés et pensés par les femmes. Alors pas parce qu'on ne voulait pas, mais parce que probablement, elles étaient absentes des débats, des discours et cetera.

Cédric VILLANI :

10 %, c'est moins que dans les années 80. Et si on s'intéresse aux sommes d'argent investies, selon l'association SISTA, nous sommes à 98 % pour les projets portés par des hommes et 2 % pour les projets portés par des femmes.

Charlotte PELLETIER :

Je pense qu'il faut garder espoir, notamment pour la partie formation. On voit des exemples à travers le monde où ils ont réussi à retourner cette tendance, à arriver à une parité sur les formations notamment en informatique, à avoir 50 % d'étudiantes femmes. Ça vient avec des investissements, donc c'est de l'argent, de la communication, du recrutement de femmes scientifiques pour animer ces formations. Je pense que c'est important, mais à mon avis, il y a quand même encore de l'espoir.



« La Terre sous l'œil de l'IA. Observer. Comprendre. Agir »

Charlotte PELLETIER, enseignante-chercheuse à l'université Bretagne Sud et Institut Universitaire de France

Charlotte PELLETIER :

On n'a jamais autant observé la Terre qu'aujourd'hui. Notamment avec l'arrivée des satellites. On est rentré dans l'ère du big data de l'observation de la Terre. Les enjeux sont majeurs : mieux comprendre notre environnement, faire face au changement climatique. Mais face à cette avalanche de données, une question centrale se pose : comment peut-on tout analyser ? Alors évidemment, dans ce contexte, l'intelligence artificielle apparaît comme une opportunité. Mais est-ce bien le cas ? Comment fonctionne-t-elle ? Quelles sont ses limites ? Quels sont les enjeux ? C'est ce à quoi je vais essayer de répondre. Mais d'abord, revenons en arrière.

[Diapositive 1]

On observe la Terre depuis toujours, et un moyen de représenter ces observations, ce sont les cartes. Les cartes, elles fournissent des représentations sur le territoire, nous donnent une information pour mieux appréhender notre environnement. Elles sont des outils d'aide à la navigation. Au cours des années, toutes ces cartes se sont beaucoup améliorées, elles sont devenues plus précises, de meilleure qualité, notamment au fur et à mesure que les moyens d'observation se sont améliorés.

[Diapositive 2]

En 1960, c'est la révolution. On n'observe plus la Terre depuis la Terre, mais on observe la Terre depuis l'espace. Le premier satellite d'observation est lancé et depuis, on en compte plus de 1 000 en 2026 qui permettent d'acquérir de l'information sur les surfaces

continentales, les océans, les glaciers, l'état de l'atmosphère de manière continue et systématique. Cet accroissement du nombre de satellites, il s'inscrit également dans ce contexte de changement climatique où l'on a un besoin de mieux comprendre les dynamiques pour pouvoir comprendre notre environnement.

[Diapositive 3]

Les enjeux sont tellement importants que l'Union européenne s'est dotée de ses propres moyens d'observation de la Terre dès la fin des années 1990. C'est la naissance du programme Copernicus. Il fournit des données en continu de manière systématique sur la Terre. Ces données, elles sont gratuites, ouvertes et accessibles, encourageant la recherche, mais également permettant de fournir des produits opérationnels.

Sur **l'exemple à droite**, vous avez une cartographie des zones inondées le 23 janvier dans le Morbihan. Cette carte, elle est produite de manière globale et automatique grâce au service Copernicus sur la gestion des urgences. Et elle a été prise autour de Vannes, à une trentaine de kilomètres au Tour du parc et de Damgan et elle montre des zones qui étaient inondées suite aux fortes intempéries qu'il y a eu dans la région. Ce type de cartes, elles sont créées avec les satellites qui font partie du programme Copernicus, les satellites Sentinel. Elles sont également créées avec un modèle hydrologique, mais aussi un modèle d'intelligence artificielle.

[Diapositive 4]

L'intelligence artificielle, on en entend parler tout le temps, tous les jours. On se l'imagine surtout sous la forme d'IA générative avec ChatGPT, Midjourney, pour de la génération de textes ou d'images. Mais elle est aussi présente dans des systèmes d'analyse de textes, d'audio, d'images, par exemple la reconnaissance faciale ou l'analyse de scènes urbaines dans des véhicules autonomes. Toute cette IA, elle repose sur le même principe d'apprentissage, celui de l'apprentissage automatique ou *machine learning*. Et aujourd'hui, la majorité des modèles qui sont utilisés s'appuient sur les réseaux de neurones, ces fonctions avec des millions, des milliards de paramètres que l'on cherche à optimiser. L'objectif, c'est de trouver des motifs dans les données. Ce que l'on appelle des motifs, ce sont des formes, des structures, des textures, des régularités qui vont se répéter dans les données et que le réseau de neurone va essayer de capturer.

[Diapositive 5]

Avec tous ces progrès en intelligence artificielle, on pourrait se demander : pourquoi a-t-on besoin spécifiquement de techniques d'intelligence artificielle qui soient dédiées à l'observation de la Terre ? Une des raisons, c'est que les tâches que l'on traite sont différentes. On s'intéresse à des processus spatiaux et environnementaux. Il s'agit par exemple de cartographier l'occupation des sols, d'estimer une pollution de l'air ou de détecter des abris dans des campements pour aider au déploiement de l'aide

humanitaire. Toutes ces tâches, elles sont aussi traitées avec des techniques d'apprentissage. Mais ces techniques, elles ont besoin d'être différentes par rapport à celles de notre quotidien. Et une des raisons, c'est que les données que l'on voit sont différentes en termes d'échelle.

[Diapositive 6]

On peut voir par exemple [sur cette image satellitaire](#) que ce que l'on regarde représente des frontières progressives entre une zone urbaine, une zone forestière ou une zone agricole. Cette image, c'est une image optique que vous arrivez facilement à interpréter. Mais les données issues de l'observation de la Terre sont plus complexes puisque pour regarder à la fois l'océan, les surfaces terrestres et l'atmosphère, on a besoin de voir au-delà du visible.

[Diapositive 7]

Quand on veut comprendre l'état de la végétation ou analyser le stress hydrique des plantes, on va avoir besoin d'une information dans le domaine de l'infrarouge, et même plus spécifiquement du proche infrarouge qui est très sensible à la végétation. Si on veut également obtenir une information sur des propriétés physiques et structurelles de surfaces qui sont invisibles à l'œil nu, on va pouvoir utiliser des données capteurs qui s'appuient sur des micro-ondes. Donc nos données, elles sont un peu plus complexes que celles de notre quotidien.

[Diapositive 8]

Et outre cette dimension spectrale, il y a également une dimension spatiale dans nos données. Les données satellitaires, il en existe de plein de types différents à différentes résolutions. Celles du programme Copernicus, comme les données Sentinel-2, permettent d'acquérir une information à 10m de résolution spatiale. 10m, c'est la taille d'un pixel, c'est la surface qui est représentée au sol, 10m par 10m. Il existe également des données satellitaires à très haute résolution spatiale sous le mètre. Ces données à très haute résolution spatiale sont plutôt localisées, elles sont utilisées pour la défense ou pour des études très spécifiques, par exemple en milieu urbain. À partir de ces données, on peut également dériver une information de hauteur avec l'analyse de nuage de point 3D. On peut estimer la hauteur de bâtiments pour dériver une densité de population ou on peut mesurer la hauteur des arbres pour estimer une biomasse forestière. Toutes ces données nous donnent une information à un instant donné et nous représentent l'état de notre environnement à cet instant. Mais quand on parle d'observation de la Terre, ce qui est important, ce sont les dynamiques. On va s'intéresser à comprendre des évolutions, par exemple comment les zones urbaines ont évolué au cours du temps. Et donc ce qui nous importe dans ce cas-là, ça va être une dimension temporelle. Et les satellites permettent de regarder nos surfaces terrestres

de manière très régulière, comme les satellites Sentinel-2 qui regardent la Terre tous les 5 jours, sur toutes les surfaces continentales.

Cette dimension temporelle vient avec un coût, celui d'une augmentation de la donnée en termes de stockage. À titre d'exemple, si on voulait analyser tout ce qui s'est passé en 2025 sur le territoire français, on aurait besoin de 20 téraoctets de données. 20 téraoctets, ça représente environ un million de photos. On comprend facilement qu'il est impossible d'analyser visuellement ou manuellement toutes ces images. Et c'est pourquoi on va utiliser l'intelligence artificielle pour pouvoir les analyser automatiquement. Et ça, on sait déjà plutôt bien le faire. On a réussi à développer des modèles qui sont capables de traiter ces données et de nous fournir des indicateurs qui sont intéressants pour nos différentes tâches.

[Diapositive 9]

Mais alors, est-ce qu'il y a des limites assez techniques ? Oui, et je vais vous en résumer une. Pour l'illustrer, je vais prendre l'exemple d'un modèle que l'on chercherait à entraîner pour prédire la détection des images de chats et de lapins. En imaginant que les données sur lesquelles le modèle a été entraîné n'utilisent que des images de lapins blancs et de chats roux, il y a fort à parier que ce modèle, lorsqu'il va voir un lapin roux, va parier que c'est un chat. Pourquoi ? Parce que les modèles, ils apprennent des tendances, et ici, il aura pu apprendre une tendance sur la couleur des animaux. Du coup, notre lapin roux devient un chat.

On parle aussi de mauvaise capacité d'extrapolation des modèles en dehors de leur base d'apprentissage. C'est également ce qu'on appelle le biais. Et cette problématique, elle s'amplifie lorsqu'on fait de l'observation de la Terre, parce que le monde, il est en constante évolution sous l'effet des pressions anthropiques, l'urbanisation, la déforestation et sous l'effet du changement climatique. Les données qu'on observe aujourd'hui ne seront pas celles qu'on observera demain.

Une autre des problématiques, c'est que dans notre base de données, en observation de la Terre, on n'a pas tous les événements, notamment des événements rares, extrêmes, violents qu'on n'aurait jamais vu auparavant et qui arriveraient demain. On ne les connaîtrait pas. Alors ici, on a un problème de représentativité de nos données, mais outre ce problème-là, on peut avoir également un problème de qualité.

[Diapositive 10]

Je terminerais par vous parler d'un cas d'application concret des techniques d'intelligence artificielle appliquées à l'observation de la Terre qui est celui des forêts et notamment le cas de la déforestation. La déforestation, c'est environ 10 millions d'hectares estimés entre 2015 et 2020 qui sont déforestés chaque année. 10 millions, c'est la superficie de l'Islande, chaque année. Et on le sait, la déforestation compromet

les fonctions essentielles des forêts, notamment leur rôle dans le stockage du carbone, la régulation des sols et la préservation des écosystèmes et de la biodiversité. Prenons un exemple de déforestation au Brésil dans l'état du Rondônia, en Amazonie, entre les années 90 et 2020. Ce phénomène spatio-temporel évolue à la fois dans l'espace et dans le temps. Et ce phénomène de déforestation, on pourrait imaginer le suivre avec nos données satellitaires et des techniques d'intelligence artificielle. C'est ce qui est fait par nos collègues brésiliens de l'institut INP, qui est l'institut en charge de remonter les statistiques officielles au gouvernement brésilien sur la déforestation et qui vient analyser des données satellitaires. L'Amazonie c'est un peu près 50 % de la superficie de l'Europe. Évidemment on ne peut pas regarder toutes ces données par photo-interprétation manuellement. Et avec leur expertise, avec les techniques d'IA, ils arrivent à détecter de manière précise les taux de déforestation. Ils peuvent le faire parce que, quand on parle de déforestation, on parle d'une forêt qui n'est plus là et qui a subi un changement d'occupation des sols, c'est-à-dire une zone forestière qui devient une zone agricole ou une zone urbaine par exemple. Mais quand on parle de suivi des forêts, il y a également une autre problématique, celle de la dégradation des forêts. Et dans ce cas-là, la forêt reste une forêt, mais elle est moins dense. Les arbres sont endommagés suite à des feux, à des coupes ou à du stress environnemental. Et ça, dans les données, ça ne va pas représenter une rupture comme la déforestation. Ça va représenter un changement graduel dans le temps que les techniques d'IA à l'heure actuelle ont plus de mal à détecter et pour lesquelles elles ne sont pas performantes à temps court. Or, on veut être capable de pouvoir fournir des indicateurs aussi tôt que possible, notamment en cas de coupe sélective illégale dans la forêt. Et c'est exactement ce sur quoi on travaille avec les collègues brésiliens, à développer les systèmes de demain qui peuvent s'appuyer sur des techniques plus avancées qui nous permettent de détecter à la fois la dégradation et la déforestation.

[Diapositive 11]

Pendant longtemps, l'observation de la Terre a été limitée par les données. On n'en avait pas assez pour permettre un suivi comme celui de la déforestation. La situation, maintenant, c'est inversée. On a un flux de données en continu tellement important qu'on n'arrive pas à tout analyser. L'IA dans ce contexte-là apparaît comme une opportunité pour un peu mieux comprendre notre environnement, permettre de détecter des changements, suivre des évolutions.

Mais on ne peut pas parler de ces enjeux sans mentionner l'impact sur l'environnement qu'ont ces techniques d'intelligence artificielle, notamment en termes de coût énergétique. On le sait, l'entraînement et une utilisation massive des modèles va accroître les besoins en ressources, en électricité, également en eau pour refroidir les différents serveurs. En tant que chercheurs, on essaie de repenser nos approches pour aller vers des modèles qui soient plus spécialisés, plus petits, plus vertueux, plus

frugaux et surtout qu'on n'ait pas besoin de réentraîner à chaque instant, à chaque nouvelle donnée. Qu'on puisse adapter au fur et à mesure du temps.

Table ronde « Les bonnes mises en œuvre de l'IA sont des projets d'entreprises »

Animée par Emmanuel FRENOD, Vice-Président « Pilotage, Système d'information et Intelligence artificielle » à l'université Bretagne Sud

Justine LIPUMA, Co-fondatrice et dirigeant de l'entreprise Mycophyto

Alain PERRIN, Ancien directeur général de Eureden

Michel DOJAT-ROCHY, Chercheur INRIA et INSERM

Christophe TOURRET, Directeur général de ESRI en France

Frédéric MISKAWI, responsable mondial de l'intelligence artificielle (IA) appliquée au sein de l'équipe du chef de la direction technologique de CGI Atlanta

David DIEUDONNE, Ouest-France



Emmanuel FRENOD :

Justine, pourriez-vous nous parler de l'entreprise Mycophyto et de pourquoi et comment vous utilisez l'IA au sein de vos activités et processus ?

Justine LIPUMA :

[Diapositive 1]

Mycophyto, il y a quelques indices dans le nom. Vous imaginez certainement que c'est une histoire de champignons et de plantes. Notre idée, c'est de travailler sur l'enjeu de la régénération des sols. Un autre enjeu majeur, c'est celui de la dégradation des sols. Il y a une alerte de l'UNESCO récemment sur le fait qu'à ce jour, il y a à peu près 75 % des

sols qui sont dégradés et ça pourrait atteindre jusqu'à 90 % des sols qui seraient dégradés à l'horizon de 2050 s'il n'y a pas des changements drastiques qui sont menés.

Un sol dégradé, c'est un sol qui n'est plus vivant. Et un sol qui n'est pas vivant, il ne peut plus rendre ses services et donc on ne peut plus produire correctement dessus. Nous, notre enjeu, c'est de régénérer ces sols à partir de petits champignons microscopiques qui sont des champignons mycorhiziens. Avec l'utilisation adaptée de ces champignons mycorhiziens, qui recréent ces réseaux de filaments au travers des sols, on arrive à répondre à des problématiques à la fois de productivité agricole, d'arriver à avoir des productions qui soient de meilleure qualité, en plus grande quantité et avec une moindre consommation de ressources notamment en eau, mais aussi en engrais. L'idée est de rendre le système plus résilient et durable. Pour faire ça, on combine différentes technologies. Il y a cet enjeu de Myconnection, là aussi basé sur des questions de jeux de neurones.

Pour savoir quel champignon mettre à quel endroit, il faut les avoir. Donc on a une biobanque physique, un conservatoire de ces champignons qu'on a réussi à isoler. Et puis ensuite, il faut les produire. Nos usines, ce sont des serres. Ces champignons sont particuliers, il leur faut forcément une plante pour se développer. Donc on produit des plantes qui élèvent des champignons, on vient les ramasser et les utiliser pour avoir des produits qui s'intègrent dans différents itinéraires de culture. Les résultats sont déjà là sur des augmentations de rendement de qualité.

Mais il y a aussi un enjeu fort sur le stockage de carbone. Il faut savoir que sur les politiques climatiques, on s'est beaucoup plus intéressé à l'industrie, au transport et on a largement oublié les sols comme élément clé parce que les sols sont très complexes. C'est une grande inconnue, notamment la vie dans les sols comme dans les océans par ailleurs. Et il se trouve que c'est là où se passe beaucoup de choses, notamment sur la partie séquestration de carbone. Ces champignons mycorhiziens vont permettre aux plantes de piéger beaucoup plus de carbone que ce qu'elles sont capables de faire sans eux.

Emmanuel FRENOD :

Comment utilise-t-on l'IA pour faire tout ça ? Est-ce que cela veut dire que l'IA n'est pas une fin en soi, mais un outil pour atteindre des objectifs ?

Justine LIPUMA :

Là aussi, c'est lié à la complexité du sujet. Nous, on s'intéresse à ces champignons mycorhiziens. Ce sont des espèces de petits réseaux de filaments qui vont se créer au niveau des racines des plantes. Et c'est un échange de bon procédé, une espèce de mariage heureux où la plante par son activité photosynthétique va fournir du carbone, des sucres aux champignons qui lui en échange va lui fournir notamment tout ce qui est

phosphate, azote et également de l'eau. D'où le sujet d'alternative aux engrais et d'adaptation. Et pour que cela fonctionne, ce n'est pas si simple que ça en a l'air. Ce n'est pas n'importe quel champignon qui peut avoir cet effet-là.

[Diapositive 2]

On estime aujourd'hui qu'il devrait y avoir à peu près 350 espèces différentes de champignons mycorhiziens. Il y a eu un projet très important qui est le Spun Project que je vous invite à regarder qui a été mené par une chercheuse américaine qui est Toby KIERS, qui vient de recevoir l'équivalent du prix Nobel de l'environnement pour ses travaux sur la compréhension et la découverte de ces champignons dans les zones reculées. Ces 350 espèces peuvent interagir avec 85 % des plantes terrestres. Et dans chaque type de contexte différent de sol, de climat, de plantes, on va avoir un mélange de plusieurs espèces présentes, entre 5 et 50 selon les particularités de la zone. Cela fait donc un nombre de combinaisons assez importantes. Et on sait maintenant depuis un peu plus d'une quinzaine d'années en recherche que si on veut optimiser l'efficacité de cette association, il faut non pas juste régénérer les sols en mettant un champignon générique un peu partout. Mais dans une logique de thérapie ciblée, il faut qu'on trouve le bon champignon à mettre au bon endroit.

[Diapositive 3 - 4]

Et c'est là qu'intervient le sujet de l'intelligence artificielle et que nous utilisons. C'est arriver à trouver les bonnes combinaisons en prenant en compte une multitude de données qui vont être hétérogènes, nombreuses, statiques et dynamiques et qu'on va faire se rencontrer et s'interroger pour arriver, au final, à être capable de donner des décisions, d'accompagner la décision de l'agriculteur dans ce qu'il peut utiliser comme type d'application, quand appliquer aussi cette solution et avec quel type de champignon exactement.

L'idée c'est, grâce aux capacités de calcul et aux modélisations possibles sur ces données, être capable d'arriver à avoir des approches alternatives qui soient parfaitement adaptées et efficaces. Mais ce n'est pas une fin en soi. L'objectif, c'est d'aller plus loin.

Et finalement, à quoi ça nous sert tout ça ? Dans notre entreprise, ça nous permet d'exploiter la science qu'on a pu générer, le capital scientifique en actif numérique pour servir cette stratégie en valorisant notre biobanque. Parce que ce n'est pas le tout d'avoir réussi à isoler, à caractériser ces champignons. Encore faut-il savoir où on peut les utiliser et comment. Et cela rentre dans des enjeux de décarbonation et de souveraineté alimentaire.

Emmanuel FRENOD :

Merci Justine. Alain, est-ce que vous auriez une question à poser à Justine ?

Alain PERRIN :

Non, pas grand-chose. Nous, chez Eureden, on est préoccupé par produire le mieux possible en préservant le mieux possible l'environnement, en préservant la qualité qui est le potentiel de chacune des plantes ou des animaux que l'on met en production. Donc, je suis très intéressé de voir que toutes les activités de mycorhizes sont de nature à nous permettre de progresser encore dans nos itinéraires culturaux. Et je suis plutôt impatient de voir des expérimentations conjointes de comment l'on pourrait utiliser ça plus efficacement.

Emmanuel FRENOD :

Au sein de Eureden, vous utilisez l'intelligence artificielle, vous l'avez déployée. Et ce que vous semblez penser, c'est que cela vous amène à passer d'une innovation incrémentale à une innovation de rupture.

Comment avez-vous mis en place l'intelligence artificielle et comment avez-vous fait face à cette question ?

Alain PERRIN :

Eureden, c'est présent dans l'agriculture, c'est présent dans l'agroalimentaire, on veut produire de la qualité, transformer le moins possible et cetera. On est une entreprise traditionnelle pour ne pas dire qu'on est une vieille industrie. Et pour autant, on est concerné nous aussi par les apports de l'intelligence artificielle. Alors, j'ai retenu la définition qu'a proposée Cédric VILLANI. Je ne vais pas faire de *buzz*. Donc, je pense que je n'utiliserai pas vraiment le terme d'intelligence artificielle, mais simplement d'informatique avancée.

J'ai envie de donner quelques exemples, pour commencer, des utilisations qu'on en a chez nous. Nous sommes présents aussi en jardinerie pour les professionnels comme pour le grand public et on met des produits à disposition, donc on a un contact direct avec le grand public et il est très intéressant pour nous d'analyser l'offre de la concurrence. Et donc avec la non-intelligence artificielle, on récupère les données sous toutes les formes, sous des formes PDF, sous des formes diverses et variées. On structure ces données, on analyse ces données et on propose des éléments de compétitivité pour nos produits. On améliore notre politique commerciale.

On a des techniciens agricoles qui sont au contact des producteurs tous les jours et qui essayent d'optimiser les itinéraires culturaux des plantes. C'est très compliqué puisqu'on est confronté à de multiples aléas climatiques. Aléas en termes aussi d'infections, de pestes, d'attaques de nos plantes, de stress de toute nature. Et face à ça, nous avons des centaines, des milliers, des dizaines de milliers, des centaines de milliers de solutions possibles. Et on construit avec de l'IA des outils d'aide à la décision pour nous aider, pour aider nos techniciens à faire des combinaisons entre des

molécules qui seraient en mesure de protéger les plantes spécifiquement. Donc ça, c'est extrêmement intéressant pour améliorer.

On fait des jumeaux numériques pour essayer d'optimiser les dates de récolte, les itinéraires culturels même si cela reste plus compliqué. On produit des haricots verts par exemple. En fonction des données météo, en fonction des qualités génétiques qu'on connaît des haricots verts, on va essayer d'optimiser la date de semis, la date de récolte. On va utiliser tout ce qui est GPS, tout ce qui est technologie de détection, tout ce qui est aussi satellite pour essayer d'avoir presque une interaction plante à plante. Et in fine, on va essayer d'optimiser aussi la date de récolte, optimiser le chantier de récolte, diminuer les transports entre les champs où sont récoltés nos légumes et les ateliers où ils sont transformés, conservés afin de faire en sorte que les minéraux soient dans nos bouches, dans nos boîtes de conserve quelques heures seulement après la récolte.

On a d'autres exemples. On a des *early adopters* chez nous. Le juridique par exemple, qui est aussi une activité assez traditionnelle qui est confrontée à une masse de connaissances qui est extrêmement importante et qui fait un travail de préparation de leurs analyses avec de l'intelligence artificielle. On est confronté à des risques de non-paiement ou des risques de difficultés financières de nos adhérents. On en a 18 000 à peu près. Et donc avec ces modèles-là, on peut commencer à prédire, à anticiper des risques de non-paiement pour pouvoir aller au contact de nos adhérents pour leur proposer des solutions financières, les accompagner en fonction de la gravité du problème auquel ils sont confrontés.

Et puis on a des problèmes très simples d'automatisation de tâches au quotidien qui antérieurement nécessitaient l'intervention d'informaticiens, de codeurs et qui aujourd'hui sont à la portée de tout le monde. Sans aucune connaissance au préalable, on peut automatiser des tâches complexes de gestion d'agendas, de gestion de réclamations clients et cetera. On peut enregistrer des messages téléphoniques et les analyser, et même deviner un peu le sentiment, la colère qu'il peut y avoir ou les aspirations ou aussi parfois la satisfaction quand on parle de réclamations clients. Ça, ce sont quelques exemples qui montrent que le potentiel d'utilisation est extrêmement important et qu'il est en train de révolutionner les choses.

Ce n'est plus incrémentale, mais c'est une véritable rupture. Effectivement incrémentale, c'est quand on a utilisé les outils d'aide à la décision, le satellite, le GPS pour avoir une précision centimétrique sur nos semis pour pouvoir adresser plante à plante, du stress hydrique en fonction de la parcelle, du climat et cetera. Ça, c'était de l'incrémentale et aujourd'hui, on est face à une révolution de la connaissance qui fait qu'on franchit un *gap* très significatif. On met à la portée d'un non-spécialiste des choses qui avant étaient aux mains simplement de grands spécialistes. Donc c'est effectivement une révolution de la connaissance d'autant plus révolutionnaire qu'elle est dynamique. La connaissance s'accumule sur la connaissance pour construire de la connaissance

nouvelle. On le voit sur différents outils, sur différents sujets qu'on peut avoir. C'est un vrai sujet de rupture pour nous et ça pose un certain nombre de questions. C'est une mutation profonde. On parlait de la DSI, c'est une révolution pour eux. Aujourd'hui, on a plus besoin de la DSI pour coder. Aujourd'hui, la DSI est une entreprise de services numériques qui essaie de facturer aux différentes activités des heures. Ça ne marche plus.

Il y a une révolution de conduite du changement qui est absolument incroyable. La connaissance aujourd'hui, juridique par exemple, qui est très compliquée, était aux mains spécialistes. Avec ses Chatbots, avec ses outils, elle est à la portée de tout le monde pour faire une préanalyse et aller voir le service juridique de manière pertinente. Donc on est aujourd'hui face à une évolution qui est extrêmement compliquée et on but sur un certain nombre de difficultés, sur des difficultés simples, techniques. Il faut que les données soient propres, structurées et cetera. Il faut que nos processus soient propres, sinon l'IA ajoute du chaos au chaos. On fait face à des sujets de cette nature-là. Il faut qu'on soit en mesure d'investir, ce qui n'est pas facile puisque nos activités traditionnelles n'ont pas une rentabilité massive. Elles sont très intenses capitalistiquement, mais elles n'ont pas de rentabilité massive. C'est une difficulté vraiment très importante.

Les grands enseignements que je tire, c'est qu'il faut une conduite du changement qui s'appuie sur de l'expérimentation de plus en plus encadrée pour éviter qu'on parte dans tous les sens et qu'on rajoute encore une fois du chaos au chaos. Il faut animer des collectifs d'utilisateurs avancés pour diffuser et créer un terreau favorable à l'appropriation. Mais on va avoir à faire des contenus du changement plus profonds parce que la révolution de la connaissance fait que le pouvoir est en train de changer de main dans les entreprises. Le pouvoir était souvent issu de la connaissance.

Enfin dans le domaine du vivant, nous sommes face à des difficultés plus compliquées puisqu'il y a beaucoup d'aléas. Je me souviens en 1982, Alain CONNES, autre grand Médaille Field, nous disait que la complexité du vivant était inabordable, était par rapport à la physique statistique d'une complexité d'échelle exponentiellement plus difficile. Mais depuis, Deep Mind qui avait battu KASPAROV, a été battu par AlphaGo, qui a battu Lee SEDOL qui était cet incroyable joueur de go avec une complexité incroyable. Donc je pense que demain, on va être, y compris sur ces sujets-là, en mesure d'utiliser la donnée de l'intelligence artificielle pour faire avancer nos modèles.

Emmanuel FRENOD :

Au niveau de l'organisation, pouvez-vous nous dire comment vous avez mis en place cette gestion du changement ?

Alain PERRIN :

La première chose qu'on fait, c'est d'animer, de proposer de créer une pépinière de gens qui sont intéressés par ces choses-là et par l'IA. On leur propose de nous proposer des *uses cases* et on a tous les exemples que je viens d'évoquer, du très simple, de l'automatisation de processus jusqu'à des choses plus avancées comme la prédiction d'un risque de non-paiement par un de nos adhérents.

Les enseignements qu'on tire de ça, c'est qu'il faut maintenant aider à la sélection des projets. Pourquoi ? Parce qu'au début, on pense que c'est miraculeux et donc on peut tout faire. Et on est confronté à des tas de déceptions qui peuvent décourager y compris les utilisateurs les plus avancés. Ensuite, il faut mettre des critères de sélection et il faut animer ces populations pour qu'on ait un noyau dur suffisant pour évangéliser le reste de la population qui est confrontée chaque jour à des problèmes techniques, anciens et cetera.

Emmanuel FRENOD :

Michel DOJAT-ROCHY, pouvez-vous nous parler des bonnes applications de l'IA dans le domaine médical ?

Michel DOJAT-ROCHY :

Quand on parle de bonnes choses à faire avec l'informatique avancée, la santé est un bon domaine. Il est évident que si on peut améliorer la qualité des diagnostics, mieux personnaliser la thérapie, faire avancer la recherche médicale, c'est pour le bien-être. Et si c'est pour tout le monde, c'est pour le bien-être de l'humanité. Donc, évidemment, c'est un domaine de choix pour voir de bonnes choses. Ce que je peux rappeler, c'est que l'IA, en médecine, n'est pas nouveau. Cédric VILLANI a rappelé qu'il s'agissait de faire dans l'IA des expérimentations sur la façon d'apprendre. Et pour apprendre à base de règles, la médecine est un domaine de choix.

Le premier système basé là-dessus qu'on appelait système expert, c'est un système à base de connaissance, MYCIN. Un système qui était là pour diagnostiquer des maladies infectieuses et proposer une thérapie. Alors évidemment ces systèmes-experts, au siècle dernier, sont un peu tombés en désuétude parce qu'il était difficile de mettre à jour ces bases de règles, ce savoir qu'on avait codé à partir de discussion avec des experts. Et d'ailleurs à l'époque ça intéressait très peu les mathématiciens. Ce qui les intéressait, c'était surtout la logique, parce qu'il y avait besoin pour retranscrire la précision du discours médical de logique temporelle pour le suivi, de logique floue et cetera. Les choses ont bien changé avec ces notions d'apprentissage par fonction et ceci a pénétré la médecine en arrivant par l'image.

En 2012, l'équipe de Geoffrey HINTON, à la fois prix Turing en 2018 et puis prix Nobel de physique en 2024, a montré qu'utiliser un système à base de réseaux de neurones bio-inspiré permettait vraiment d'augmenter les performances pour classer des images,

des images de chats, de chiens, de tout ce que vous voulez. Mais les gens se sont dit : tiens, peut-être qu'en médecine c'est intéressant, parce qu'on utilise beaucoup d'images dans différentes spécialités médicales. En 2017 une équipe de Stanford a montré qu'en utilisant des grosses bases de données de biopsie, donc de bout de tissu, on pouvait annoter un apprentissage supervisé par l'humain expert qui dit : ici, il y a une zone tumorale de tel type. Donc cette annotation très lourde à faire avec des experts. Et si on avait cette base de données de biopsie annotée, la machine allait apprendre et elle faisait un diagnostic du type de cancer de la peau avec une précision meilleure que les anatomopathologistes. Ça, en 2017, dans un journal de nature et de médecine, ça a fait un gros *buzz*, et les gens se sont dit : là, il y a quelque chose à faire. Et depuis ça a vraiment impacté la médecine, d'abord par l'imagerie. Pourquoi ? Parce que, par exemple, en utilisant des images IRM, on peut suivre l'évolution de patients et avoir des courbes pour différentes formes, par exemple, de Parkinson et situer un patient pour prédire son évolution. Et si par exemple, c'est la sclérose en plaques où il y a des traitements, adapter de façon continue le traitement à l'évolution du malade. C'est vraiment quelque chose d'important. Tout ça, c'est pour l'image.

Est arrivé le texte. Et avec le texte aujourd'hui, par exemple, dans un journal important *New England Journal of Medicine*, il y a des petites énigmes de diagnostic complexe. Avec l'apprentissage par une machine de ces petites énigmes avec la résolution, la machine est capable ensuite pour de nouvelles énigmes de fournir le bon diagnostic avec des explications. C'est quand même très fin et fort. Et ce qui fait que si aujourd'hui vous utilisez un outil style PubMed et que vous placez médecine et apprentissage machine ou intelligence artificielle, vous avez une courbe d'augmentation des publications scientifiques dans de très bons journaux qui est énorme. Il y a maintenant des conférences spécialisées comme MIDL pour *Medical Imaging with Deep Learning*. Vous avez des journaux médicaux importants, *Radiology*, *The New England* qui ont des journaux compagnons dédiés à l'IA. Donc un impact fort.

Et en parallèle de ça, au niveau industriel, il y a un business et il y a une augmentation de start-up dans le domaine. Beaucoup de start-ups et beaucoup d'algorithmes obtiennent le certificat pour être utilisé en Europe ou aux États-Unis. Donc il y a vraiment quelque chose de très fort. Alors qu'est-ce que ça peut impacter ? Qu'est-ce que ça impacte sur les acteurs ?

Pour le généraliste par exemple, de plus en plus, et puisque j'ai parlé de l'image et du texte, on peut parler du son. Une interview entre le médecin et son patient, souvent le médecin, en même temps, tape sur son ordinateur. Là, la machine peut décoder le discours pour préremplir un rapport. Ce sont aussi des outils pour la formation ou le lien entre le généraliste et des experts. Il peut aider au diagnostic. Pour les experts du domaine, pour les chercheurs, ces outils-là, c'est très important parce qu'ils permettent de prendre des grosses masses de données - par exemple ce qu'on appelle l'OMIC,

différentes images moléculaires, des images de l'organe - et d'aller voir en manipulant toutes ces données quelles sont les meilleures informations de tout cet ensemble pour prédire une évolution. Quel est l'impact du traitement ? Puisqu'on a cette information. Et donc améliorer la compréhension de la pathologie. Ensuite, ça permet de trier, d'avoir des cordes spécifiques de patients sur lesquels on va pouvoir, en analysant les contre-rendus médicaux de façon automatique, encore une fois améliorer le suivi, avoir une meilleure compréhension des choses.

Au niveau de l'institution hospitalière, mieux gérer le flux des patients. Et puis au niveau du patient, pouvoir avoir des informations sur sa pathologie. Pour les patients chroniques, avoir un suivi, un assistant qui va dire : est-ce que tu as bien pris tes médicaments ? Et cetera. Voir, avoir des assistants qui vont discuter en particulier pour des maladies, par exemple des troubles de l'attention ou de dépression, discuter avec la machine, mais évidemment avec un lien avec un médecin pour pouvoir détecter des épisodes difficiles. Alors tout ça, c'est un panorama des possibilités et des bonnes choses. Mais, tout n'est pas parfait.

Les points durs, ce sont la qualité des données. Il faut un contrôle fort, important, un contrôle qualité des images, des textes et cetera. Sur les textes remplis par les médecins, le compte-rendu médical, il y a une difficulté technique qui est que, souvent ce n'est pas uniforme et il faut décoder, retrouver les bonnes informations. La qualité de l'information est quelque chose d'important. Et puis d'être capable d'avoir des infrastructures nationales pour garder une autonomie là-dessus et pour gérer en respectant la confidentialité des données, en respectant les aspects éthiques et juridiques. Avoir des plateformes qui permettent de stocker ces données, de les traiter avec des pipelines précis et permettre aux acteurs comme à l'INRIA de pouvoir accéder à ces données pour travailler dessus. Donc une réflexion sur les infrastructures, c'est important. Ensuite, il y a des aspects éthiques à résoudre, en particulier avec les neuroprothèses. On est capable d'avoir des choses invasives ou non-invasives pour récupérer des informations et être capable, par exemple avec de l'OG, qui est non-invasif, d'avoir des informations sur l'état mental du patient. Et derrière tout ça, il y a des problématiques, on peut citer par exemple la start-up d'Elon MUSK autour de ça.

Enfin, derrière, il y a une meilleure compréhension des maladies pour l'aspect recherche, mais il y a aussi un gain de temps, par exemple pour les radiologues. Cela permet d'aller détecter des choses dans les images de façon automatique. Encore faut-il augmenter les performances des machines. Parce qu'aujourd'hui, elles donnent toujours une information alors qu'il faudrait qu'elles donnent cette information avec un taux de certitude. Et on travaille là-dessus, comment estimer la certitude de la réponse pour dire : là, je suis sûr à 90 % que c'est une lésion. Pas de problème, elle est facile, l'expert est d'accord. En revanche, celle-là, elle est difficile, la machine dit « Bah, je ne sais pas bien. » Et là, l'expert se concentre là-dessus. Il y a un gain de temps pour la

rédaction des comptes-rendus. Mais la question qui est posée ici, c'est : qu'est-ce qu'on fait de ce temps ? Puisqu'on veut voir les bonnes choses, le temps, il peut être, on réduit l'effectif ou au contraire, on utilise ce temps pour faire plus de recherche, pour mieux discuter avec les patients.

Emmanuel FRENOD :

Avez-vous une petite conclusion à faire ?

Michel DOJAT-ROCHY :

La conclusion c'est de bien comprendre que lorsque l'on dit qu'on pourrait résoudre tous les problèmes et faire les diagnostics de toutes les pathologies dans 5 à 10 ans, les choses sont plus complexes. J'ai démarré en disant : « Les machines font mieux que les anatomopathologistes ». Oui. Mais encore faut-il être sur la bonne zone tumorale. Et l'expert est là pour savoir ça, pour placer l'analyse automatique au bon endroit. Donc il n'y a pas de remplacement. On peut penser, en prenant l'exemple des radiologues, que ça pourrait remplacer des radiologues. Sauf qu'il y a de plus en plus d'examens de radiologie, donc la demande d'experts augmente, et on en forme moins. Donc ils ne disparaissent pas, au contraire, ils sont simplement aidés par la machine. Et il faut bien comprendre ces choses-là pour pouvoir en tirer du positif.

Emmanuel FRENOD :

Christophe TOURRET, votre société, ESRI, à développer un système d'information géographique appelé ArcGIS. Pouvez-vous nous expliquer à quoi sert l'IA en géographie ?

Christophe TOURRET :

Je suis géographe de formation universitaire et dès la fin de mes études il y a très longtemps, j'ai voulu lier la géographie et la capacité qu'apportait à l'époque ce qu'on appelait l'informatique numérique d'aujourd'hui à l'analyse des données. Alors un géographe ça manipule quoi ? Ça manipule la description du monde. Le monde est compliqué en général, le globe est compliqué et le géographe son métier, c'est d'être spécialiste de pas-grand-chose, mais d'être capable de rassembler l'information dans un même référentiel qui est l'espace et d'essayer de comprendre les choses dans leur fonctionnement, dans leur évolution et dans leur futur. Et il le fait avec les moyens du moment. Il y a 4 000 ans, au début de l'âge de bronze, à Saint-Bélec, un seigneur armoricain gravait dans la pierre la première carte topographique connue au monde de la vallée de l'Odette, de la haute vallée de l'Odette, c'est la dalle de Saint-Bélec.

Jusqu'à aujourd'hui, des satellites détectent des tas de choses sur la Terre pour mieux comprendre les phénomènes qui challengent le monde, que ce soit les challenges climatiques, les challenges économiques, sociaux, sanitaire par exemple. Tout ça, c'est

très spatial, c'est très géographique. Nous, notre métier, c'est de fournir des outils logiciels à des gens qui recherchent de la logique dans la spatialité des choses, dans la géographie des choses, dans leur propre métier, par exemple dans l'agriculture ou dans les collectivités territoriales ou dans la gestion des infrastructures. Nous, on leur donne des outils, on donne la capacité d'analyser leur métier dans la géographie et de faire mieux leur boulot, ce qui, on espère ajoute derrière de la productivité, de l'efficacité et de la compréhension générale. Tout ça documente à la fin le monde, crée une vision digitale du monde qui permet d'adresser des problèmes bien plus globaux.

L'IA, ce n'est que la dernière génération d'évolution technologique permettant d'augmenter le géographe ou ce qu'on appelle le géomaticien, celui qui utilise ce type d'outil. C'est la dernière itération. Je pourrais vous parler d'un certain nombre de choses. Je pourrais rebondir sur ce qu'a mentionner monsieur PERRIN sur l'expérience d'entrepreneur et l'IA dans l'entreprise. Sur ce qui a été mentionner aussi sur : qu'est-ce qu'on fait du temps gagner. Là, pour moi, il y a un abîme de management, de gestion. Qu'est-ce qu'on fait du temps gagner ? Est-ce que c'est de la marge ? Est-ce que c'est du temps de libre pour les collaborateurs ? Est-ce que c'est du gain pour les clients ? Est-ce qu'on se met entre les mains des fournisseurs d'outils de productivité qui un jour peuvent multiplier leur prix par 1 000 et changer le budget modèle qu'on a soigneusement fait évoluer ? Ce sont des questions abyssales. Je vais expliquer en trois points ce pourquoi l'IA est importante pour quelqu'un dont le métier est éditeur logiciel, fabricant d'outils numériques pour effectuer des tâches, ici dans la géographie.

Premièrement, l'IA permet de rendre plus simple un certain nombre de tâches à travers ce qui s'appelle en anglais *user experience*, l'interface aux machines. Les agents conversationnels permettent de poser des questions de façon beaucoup plus intelligible que des logiciels complexes et spécialisés. Ça, c'est vrai surtout pour notre domaine. Notre domaine existe, il y a des gens dans les organisations qui s'appellent des géomaticiens parce que c'est un domaine un peu compliqué qui reste une niche. Et l'IA va nous permettre de rendre ça beaucoup plus accessible jusqu'à finalement peut-être nous autodissoudre. Finalement, si on existe, c'est parce que c'est compliqué. Si ça devient simple, on existe plus. Il y a là aussi une sorte de question existentielle.

Le deuxième point, c'est que dans les organisations, la géographie et les choses - c'est-à-dire la répartition des choses sur le territoire, une collectivité locale par exemple - ce sont une espèce de référentiel dans lequel toutes les activités se retrouvent. Sur le territoire, si vous prenez par exemple un gestionnaire de réseau d'électricité, Enedis, ils font passer des câbles sous les trottoirs. Ces câbles, quand on fait des travaux, il ne faut pas les casser. Donc il faut que ceux qui font les travaux sachent qu'il y a des câbles. Tout ça, ça s'intègre. Et comment on intègre tout ça ? On l'intègre avec de l'intégration informatique entre les systèmes qui a besoin de pas mal de main d'œuvre, pas mal de travail, pas mal de standard, d'échange de données et cetera. Ce qui s'appelle les

architectures agentiques dans l'intelligence artificielle - c'est la capacité de faire communiquer les systèmes via ce qui s'appelle les agents, c'est-à-dire via des modèles d'interfaces de données basés sur les LLM, nécessitant moins de formalisme pour échanger la donnée entre systèmes automatiquement - va révolutionner l'intégration de système complexe et ça nous intéresse beaucoup. Et on met en place ce genre d'architecture.

Troisième point, utiliser la science telle qu'elle avance, pour fournir des outils qui résolvent des problèmes.

[Diapositive 1]

Ici, on est en Nouvelle-Calédonie, le Parc naturel de la mer de Corail. Trois fois la superficie de la France autour de la Nouvelle-Calédonie, la ZEE de la France. Des pêcheurs chinois dévastent ces mers-là. En général, la France décide de protéger. Le gouvernement calédonien met en place un système de protection de l'espace maritime du Parc naturel de la mer de Corail. Ce système, il est construit avec nos outils, avec le gouvernement de Nouvelle-Calédonie. L'objectif est de tracer l'activité maritime dans le parc, à travers les observations satellites.

[Diapositive 2]

Ici, on retrouve Copernicus et Sentinel-2. On est capable avec ce système de lever des doutes sur des positions de navires et les activités des navires sur le parc par l'exploitation en ligne des archives sentinelles récentes et par des modèles d'analyses de signatures de navires sur les images satellitaires qui sont des modèles intégrés à nos outils en standard. On va suivre des bateaux, on va déterminer les comportements suspects qui peuvent être soit des incidents sur les bateaux, soit des comportements de pêche qui sont répréhensibles. Et la Marine nationale est alors avertie pour aller voir ce qu'il s'y passe. Je vais vous présenter quelques exemples.

[Diapositive 3]

On détecte des bateaux, on détecte aussi des éléphants, on détecte des piscines quand les gens ne payent pas leurs impôts. On détecte des tas de choses avec des tas de modèles pré-entraînés, ré-entraînaables sur nos outils. Donc c'est vraiment l'industrialisation des recherches comme Charlotte l'a présenté dans son intervention.

[Diapositive 4]

Sur l'électricité, vous savez qu'Enedis, le premier poste de maintenance du réseau électrique français, c'est la gestion de la végétation autour des lignes électriques. Pourquoi ? Parce que quand il y a une tempête, la branche tombe et coupe la ligne. Et jusqu'à maintenant Enedis et RTE survolait leur ligne électrique en hélicoptère, ce qui coûtait assez cher et qui avait un bilan carbone pas très bon. Maintenant, on utilise des

drones. Mais le drone, il ne vole pas très longtemps. Donc il faut cibler. Comment on cible ? On croise des lignes électriques avec la végétation sur de l'image haute résolution ortho-IGN et on imagine en fonction de la végétation. Le modèle est entraîné sur le type de végétation, la croissance de la végétation, mois après mois, et la capacité des arbres à faire tomber les lignes électriques. Ensuite, on mesure le kilométrage de vol qui est nécessaire et après ça, on fait appel à des dronistes qui vont aller vérifier les lignes.

[Diapositive 5]

Le parc Astérix, compagnie des Alpes, gestionnaire de parc de loisirs et de station de ski en France et en Europe, ont des engagements RSE forts notamment sur l'artificialisation des sols. Comment mesurer l'artificialisation des sols dans des petits sites ? On ne parle pas de pays, on parle de quelques dizaines d'hectares. On fait voler des drones et on applique des modèles qui dressent automatiquement un inventaire de l'occupation du sol. On en déduit un coefficient d'artificialisation qui va aller remplir les rapports RSE de la compagnie des Alpes. Ce sont des exemples d'utilisation industrielle des algorithmes.

[Diapositive 6]

Au-delà de ça, on a une vision globale. Ici, c'est la Bretagne, c'est l'occupation du sol de la Bretagne industrialisée, ce sont des données de Copernicus pour mesurer l'évolution année après année, millésime après millésime de l'occupation du sol en Bretagne. Et on finit par les projets de R&D. Construire un modèle de fondation géospatiale mondial en définissant une tessellation du monde, donc découper le monde en petit bout par hiérarchie, empilement des variables qui décrivent le monde dans cette tessellation. C'est-à-dire construire ce qui s'appelle des *embeddings* en partant d'intelligence artificielle, mise à disposition de cette vision du monde, de ce résumé du monde à des systèmes d'analyse tels que la science nous permet aujourd'hui de construire.

Emmanuel FRENOD :

Un dernier mot pour conclure ?

Christophe TOURRET :

On est sur des révolutions dites coperniciennes. C'est-à-dire que, pour ma part, j'ai vécu en 35 ans de carrière l'arrivée de la bureautique, puis l'arrivée du web, puis l'arrivée de l'IA. Ce sont à chaque fois des tremplins extraordinaires pour créer plus de valeurs, avec des risques. J'aurais pu vous citer des tas d'usages qu'on pourrait, si on était moraliste, qualifier de mauvais usage de l'IA. Entre la capacité à détecter une tortue dans le lagon de Tetiaroa avec l'association qu'on supporte, qui s'appelle Te Mana O T Moana, pour surveiller les sites de pontes et les tortues sur les atolls polynésien, et un drone ukrainien qui est capable de détecter une cible par son uniforme, et de déclencher en quelques secondes le feu de l'artillerie sur le front ukrainien. Quel est le bien ? Quel est le mal ? C'est une question abyssale aussi.

Emmanuel FRENOD :

Frédéric MISKAWI pouvez-vous nous parler des diverses applications industrielles et financières que vous avez pu développer au sein de CGI ?

Frédéric MISKAWI :

Je suis américain d'origine française et depuis plus de 35 ans aux États-Unis. CGI est compagnie de consultation canadienne avec 96 000 employés à travers le monde et on travaille à travers les industries. Et aujourd'hui, je vais parler d'un petit peu de *hype*. Ce qu'on est en train de voir, c'est une transformation de la création du logiciel. Ça va accélérer toute cette innovation dont on parle aujourd'hui.

Je suis responsable de certains programmes à travers le monde pour accélérer et déployer ces technologies. 20 % de nos effectifs, de nos revenus, viennent de la création de produits, donc pour des industries différentes. Et on voit une transformation de cette création de logiciel à travers le monde. Une création de logiciel qui aurait peut-être pu prendre un an dans le passé, maintenant prend une semaine. La création de 10 millions de lignes de code pour créer un nouveau navigateur sur le web, se fait en une semaine plutôt qu'un an ou deux. C'est une transformation qui change la façon dont on déploie le type de solution qu'on donne à nos clients. Le type de programme qu'on déploie en ce moment à travers ces industries, c'est assez divers. Donc accélération du développement de code.

On voit les rôles du développeur qui changent. Au lieu d'être un développeur simple et d'avoir un testeur, d'avoir un designer, on voit ces rôles faire un *morphing*. Donc un rôle, une personne qui donne de l'instruction à ses écosystèmes d'agent pour justement créer de la valeur. On voit des spécialisations aussi dans ce type de rôle. Au lieu d'avoir une spécialisation au sujet de déploiement de code, on crée le code, on teste le code. On arrive à un point où on donne des instructions à des écosystèmes d'agents pour pouvoir faire ça d'une façon beaucoup plus rapide. Qu'est-ce qu'un agent ? Un agent, c'est un cerveau d'un modèle de langage avec de la mémoire court et long terme, avec des instructions et la possibilité d'utiliser des outils. On utilise ce type d'agent, on leur donne des instructions pour résoudre des tâches assez simples, et on les orchestre ensemble. Donc c'est la prochaine évolution de cette technologie à travers le monde. Ce sont des écosystèmes d'agents qui résolvent des tâches d'une façon plus ou moins autonome. On arrive à un point où on arrive à créer ces écosystèmes d'agents. Il tourne d'une façon plus ou moins autonome en quelques heures. Ce cycle de vie s'augmente. D'ici la fin de l'année, on va arriver à ces écosystèmes d'agents qui tournent d'une façon d'autonomie, en autonome peut-être en une semaine ou peut-être en un mois pour résoudre des buts très précis. Donc, pour nous dans l'industrie, c'est une question d'autonomie avec les processus de RH ou des processus du point de vue métier. La possibilité de voir, de réagir en temps réel, de s'adapter aussi en temps réel. Ces écosystèmes marchent ensemble,

créent des sous-tâches et nous permettent d'automatiser tout ce qui est processus, la valeur qu'on déploie avec nos clients.

Maintenant, l'un des programmes qu'on déploie à travers le monde, ce sont des programmes d'IA souverain, donc un peu difficile pour moi, américain travaillant pour une compagnie canadienne avec des milliards de revenus avec le gouvernement américain. Mais en ce moment, on a beaucoup de demandes au sujet de découplage de services américains avec ce type d'écosystème d'agents qu'on déploie. Donc comment est-ce qu'on déploie ces technologies d'une façon plus souveraine, plus autonome ? Point de vue européen, point de vue au Royaume-Uni ou même canadien. On déploie ce type de système, on donne du conseil à nos clients : comment déployer ces solutions, comment augmenter cette autonomie comparée aux services américains.

Un autre type de solution qu'on déploie, c'est avec tout ce qui concerne les voix, les conversations. On parle avec ces agents et ça permet, par exemple avec les centres d'appel, d'automatiser tout ce qui est réponse avec le *consumer*, avec l'utilisateur d'un produit et d'un service. Donc beaucoup de ce type d'automatisation et ça continue de s'accélérer. C'est là que le *hype* vient. On a de plus en plus d'accélération à ce sujet à un point où même, on a des relations directes au point de vue stratégique avec Microsoft, Google, Open AI et on est tous dans le même bateau, on n'arrive pas à suivre car ça avance très vite.

Emmanuel FRENOD :

Là, vous nous parlez de collaboration. Est-ce que vous vivez cette guerre acharnée dont parlait Cédric VILANI ? Ou est-ce que vous êtes plutôt en collaboration avec les divers acteurs de l'intelligence artificielle ?

Frédéric MISKAWI :

C'est plus *frenemy*, donc collaboration, mais avec une compétition qui est très précise. On travaille avec des acteurs différents, donc Open AI, Google, Microsoft et d'autres comme Anthropic. Et l'idée, c'est de travailler ensemble pour trouver de nouveaux moyens d'accélérer cette vision de l'écosystème de l'agent. Donc, comment est-ce qu'on peut donner un but assez précis avec des sous-agents pour pouvoir résoudre des problèmes sur une semaine ou un mois ? Tout ça, c'est une collaboration entre *providers* et collaboration avec des compagnies comme la nôtre.

Emmanuel FRENOD :

Avez-vous quelque chose à ajouter ?

Frédéric MISKAWI :

Il y a ce que ce qu'on est en train de voir se développer au point de vue de l'éducation. C'est un changement du type d'éducation qu'on donne à nos employés. Donc, on pousse

l'idée de contexte, comment gérer le contexte de l'information pour ce type d'écosystème et comment décrire l'intention très précisément à ces écosystèmes d'agents. Quand on pousse cette perfection au sujet du contexte et de l'intention, ça nous permet d'avoir de meilleurs résultats, des résultats beaucoup plus précis.

Emmanuel FRENOD :

Je comprends que ça change beaucoup le métier des développeurs. En particulier aujourd'hui, le développeur codeur qui code simplement, ça n'existe plus. Par contre, ce qu'il faut, c'est être capable d'architecturer ou métaarchitecturer les choses pour donner de l'information ou demander à des agents de produire du code. C'est bien cela ?

Frédéric MISKAWI :

Tout à fait. C'est de l'orchestration. Nous en tant qu'humain, on a une vision stratégique de ces écosystèmes et on donne des instructions, on aide ces agents à s'entraîner, à apprendre des nouveaux *skills* pour pouvoir créer cette valeur d'une façon plus automatique.

Alain PERRIN :

Vous êtes 90 000 à peu près dans l'entreprise. Comment 90 000 personnes n'arrivent pas à suivre les évolutions qui sont en cours ? Pouvez-vous expliquer cela ?

Frédéric MISKAWI :

Parce que ça avance tellement vite en ce moment. Tous les jours, il y a de nouvelles inventions. On arrive à un point où on n'est plus limité par notre créativité. Donc si on a une idée sur un nouveau logiciel au point de vue de la géospatiale ou même au point de vue de la médecine, c'est une question de développer de nouvelles approches avec ces écosystèmes, avec ces agents et ça avance tellement vite que c'est pratiquement impossible pour une personne ou un groupe de personnes de suivre d'une façon assez précise ce qui se passe dans la technologie. Donc on a des spécialisations qui se développent. Nous avons certaines personnes, par exemple point de vue sécurité, et des agents qui se spécialisent dans ce domaine. On voit ça de plus en plus, mais dans notre domaine de l'IA ça devient de plus en plus dur de voir, de comprendre un peu ce qui se passe. Et la vitesse à laquelle on avance fait que c'est impossible de tout savoir à ce sujet.

Christophe TOURET :

Automatisation, productivité, accélération et cetera. Mais il ne faut pas oublier que derrière tout ça et notamment dans les organisations, tout dépend de la qualité des données. Et donc *garbage in, garbage out*. Je pense que si le rôle du développeur baisse, le rôle de l'implémenteur va changer. Par l'automatisation et la production des

organisations, il y a un rôle qui ne doit pas baisser et qui ne peut qu'être renforcé. C'est celui qui fait la curation, celui qui s'occupe de la qualité des données et de la labellisation de ces données dans l'organisation. Ça, c'est vraiment un point clé.

Mes clients vont confronter leurs propres données métiers automatiquement via des agents à des questions diverses et variées. Si les données ne sont pas de bonne qualité, les résultats ne seront pas de meilleure qualité de toute façon.

Frédéric MISKAWI :

Tout à fait, Christophe. C'est une nouvelle spécialisation au sujet de ces écosystèmes d'agent pour pouvoir filtrer cette donnée, pour pouvoir la mettre dans ces nouveaux écosystèmes d'agent. Tout ça, ça fait partie de ce qu'on fait aussi.

Michel DOJAT-ROCHY :

Vous avez complètement raison. Il y a vraiment beaucoup de choses qui sont produites et c'est difficile de suivre. Alors, en médecine, un point important que je n'ai pas indiqué, c'est l'importance de valider les systèmes qui sont produits, qui sont mis à disposition. Valider, ça veut dire voir les performances dans différentes situations comme on fait pour le médicament. Et ça, on sait plutôt bien le faire. Et puis il faut aussi évaluer ce que cela apporte de plus que ce que l'on fait déjà. Ça peut être un meilleur diagnostic, mais il faut l'évaluer et il y a une profusion de système et c'est pourquoi on travaille vraiment. À INRIA, on le voit, le nombre d'équipes projets qui s'intéressent à la santé est en augmentation. Il y en a à peu près un quart sur l'ensemble des équipes et il y a un partenariat très fort pour évaluer tout ça avec l'INSERME, donc l'Institut national de la santé de la recherche médicale et puis l'INRIAE aussi pour les aspects, l'importance d'un certain nombre de facteurs sur la santé. Il y a vraiment des axes de recherche très importants à mener en partenariat pour pouvoir valider, évaluer et cetera. Et aussi former les individus, dans le cas de la médecine, le personnel soignant à l'utilisation de ces outils.

Frédéric MISKAWI :

Ce qu'on voit, c'est une transformation du rôle de l'humain. Donc ce concept de la validation, c'est le type de valeur que nous en tant qu'humain, on peut apporter à ces écosystèmes d'agents, parce que ces écosystèmes d'agents ils produisent de la valeur pour l'humanité. L'idée, c'est pour nous d'avoir un rôle très actif pour valider que la sortie de ces produits soit alignée avec nos besoins.

Michel DOJAT-ROCHY :

Oui, parce qu'il faut aussi que la machine, l'outil, ait les mêmes valeurs que nous humains. Dans les prompts, il y a des expériences. Si vous posez une question à un outil pour la médecine en précisant que vous êtes un assureur ou si vous dites que vous êtes

un oncologue, et bien la réponse à : doit-on faire le traitement ou ne doit-on pas le faire sachant qu'il est coûteux ? Vous imaginez qu'elle n'est pas la même.

Emmanuel FRENOD :

Merci Frédéric et merci pour ces interactions qui ont donné pas mal de vie à ce débat.

David DIEUDONNE, vous allez nous parler de deux sujets : Topo qui est un agent conversationnel à destination des lecteurs et aussi des outils qui sont mis en place au sein de Ouest-France pour aider les journalistes à faire leur travail. Pouvez-vous nous en dire plus ?

David DIEUDONNE :

Pour donner un peu de contexte, l'apparition de l'IA générative, sa généralisation a d'abord été perçue et est encore d'abord perçue dans le monde des médias et dans la communauté des journalistes comme une menace. Et c'est pour ce métier, pour ce secteur, une disruption qui est dans certains cas perçue comme existentielle. À la fois s'agissant de la production de l'information, c'est que tout à coup les journalistes et l'ensemble de la profession, y compris le public, a vu et a eu entre les mains des outils qui donnent l'impression de produire des contenus qui ont l'air ou pourraient avoir l'air d'être de l'information. Que ce soit du texte, que ce soient des images, que ce soient des images animées, des vidéos avec des risques sur l'emploi. C'est-à-dire, si une machine donne l'impression de produire un contenu un peu comme autrefois un professionnel le faisait, alors, pourquoi employer des professionnels ? Et puis un risque aussi sur la désinformation. On accueillait à Ouest-France les experts de l'agence France-Press en *fact-checking* qui sont venus nous expliquer et expliquer à tous les journalistes locaux qui s'apprêtaient à couvrir les élections municipales en Bretagne et partout en France, comment se prémunir des risques liés aux images synthétiques, aux textes synthétiques. Ils sont venus nous expliquer comment utiliser ces outils. Donc, un risque, très important aussi sur des erreurs journalistiques qui pourraient être liées à l'intelligence artificielle générative dans l'aspect production.

Et puis au-delà de l'aspect production, l'aspect distribution de l'information aussi puisqu'on a aujourd'hui entre les mains des outils, des moteurs de recherche d'IA qui permettent d'accéder, d'obtenir des réponses en termes d'informations. Une étude a été publiée par l'Arcom, le régulateur français de l'information, qui révèle que les jeunes générations, désormais, utilisent majoritairement les réseaux sociaux et les moteurs de recherche IA, les Chatbots pour s'informer. Donc là une disruption qui a trait au modèle économique de la presse puisque vous obtenez grâce à ces modèles des réponses sur l'information sans avoir à cliquer, ce qu'on appelle le zéro clic dans la profession, sur un site source. Or, ces sites sources, justement, sont monétisés par votre clic. Donc on a là une menace très forte sur le business model des médias. Voilà dans quel contexte on aborde ce sujet à Ouest-France.

Et pourtant, on voit ça comme une opportunité. Pour une première raison qui est un historique de Ouest-France à l'égard de l'intelligence artificielle. Ouest-France n'a pas attendu ChatGPT pour s'intéresser à l'intelligence artificielle pour plusieurs raisons. Déjà une tradition d'intérêt pour la technologie, une très grande proximité avec l'écosystème de la recherche publique rennaise, notamment des liens avec le CNRS et l'INRIA au travers d'un laboratoire qui s'appelle l'IRISA. Et un travail très important, que n'ont pas fait tous les médias, de numérisation des archives du journal. A été procédé une numérisation de près de 100 millions de contenus qui sont à la fois du texte, de la photo et de la vidéo pour protéger ce patrimoine éditorial du journal et l'histoire du journal avant même Ouest-France, Ouest-Eclair sur plus d'un siècle. Donc une tradition des équipes, des ingénieurs, qui ont été recrutés, qui ont un historique de travail sur ces sujets et qui ont permis de voir l'intelligence artificielle comme une opportunité à la fois éditoriale, permettant aux journalistes de passer moins de temps sur des tâches qui sont chronophages, comme la transcription d'interview par exemple qui prend beaucoup de temps pour peu qu'on n'est de bons outils et des outils propriétaires qui évitent que le secret des sources soit menacé par le stockage dans des pays qui ne sont pas soumis à la réglementation européenne. Donc gagner du temps là-dessus, gagner du temps sur des tâches qui sont un peu triviales en matière de journalisme. Enfin, des choses qui permettent aux journalistes d'avoir plus de temps à passer avec leurs sources et avec leur audience, c'est-à-dire leurs lectrices et leurs lecteurs. François-Régis HUTIN, qui était le patron historique de Ouest-France, disait que les journalistes de Ouest-France respirent le même air que leurs lecteurs. C'est cet objectif-là, dans un moment de crise de confiance du public à l'égard des médias et où un lien a à être constamment retrempé avec l'audience. C'est une opportunité éditoriale de ce point de vue-là.

D'autres opportunités dans l'investigation, c'est-à-dire à quel point l'intelligence artificielle peut permettre de voir dans de grands jeux de données des informations qui échappent à l'œil nu ou alors des connexions entre les informations.

Une opportunité économique, c'est-à-dire gagner sur l'engagement avec l'audience, monétiser davantage les contenus. Et là, on tombe sur l'exemple de Topo, qui a été une expérimentation qu'on a conduite l'année dernière, de créer pour la première fois en France, un agent conversationnel propriétaire sur la plateforme d'un média pour interagir avec le lecteur pour éviter qu'ils aillent chercher des réponses conversationnelles sur une plateforme externe. Et donc c'est une première qui a été conduite pendant 15 jours, on essaie désormais de transformer l'essai à plus grande échelle. C'était une façon d'aller mieux engager nos lecteurs, mieux servir ce besoin naissant du public pour cette technologie. Et l'efficacité économique, elle est d'autant plus importante à Ouest-France que Ouest-France a la singularité d'être un média qui n'est pas détenu par un actionnaire privé majoritaire, qui est strictement indépendant. Donc tous les gains que permet l'intelligence artificielle en termes d'accroissement des recettes dans

l'interaction avec le public, ce sont des garanties d'indépendance strictement démocratique du titre. Voilà pour la façon dont on le voit en termes d'opportunités.

Ce qui n'empêche pas une très grande prudence dans l'abord de ces questions. Au contraire, c'est tout un travail de charte déontologique. La plupart des rédactions ont encadré leurs travaux avec l'IA par des chartes très élaborées. Le parti pris de Ouest-France a été de ne pas commencer par une charte, mais d'écrire une charte au terme de premières expérimentations pour pouvoir réellement ancrer ce travail sur une connaissance profonde de l'expérimentation de la pratique. Donc on est sur le point de publier notre charte.

Un autre gage de prudence a été pour nous de créer une infrastructure sécurisée pour que nos données, notamment les données liées à la propriété intellectuelle, aux droits d'auteur des journalistes ne soient pas partagées avec des acteurs tiers, notamment des acteurs privés. Nous avons nos propres GPU pour entraîner des morceaux de modèle. Et puis enfin, il y a un dialogue permanent et ancien avec les partenaires sociaux sur ce sujet-là. On a créé une émanation spécifique du CSE pour avoir une conversation chaque deux mois avec des élus de ce CSE qui sont devenus des experts sur ces sujets-là en même temps que nous, et avec lesquels on arrive à progresser dans la mise en œuvre de ces expérimentations de façon collective.

Conférence 3 : « L'IA et ses risques »

Animée par Cécile PELTIER

Lou Welgryn - Secrétaire générale chez Data for Good

Cécile PELTIER :

Lou WELGRYN va porter une lecture un peu systémique sur le déploiement de l'IA générative. Data for Good est une association qui mobilise les équipes de bénévoles pour mettre le numérique au service de l'intérêt général. Vous allez porter un regard un peu plus critique sur les impacts de l'IA générative.

Depuis quand existe cette association ? Pourquoi cette mobilisation et sous quelle forme est-ce qu'elle peut s'exprimer ?

Lou WELGRYN :



Data for Good, c'est une communauté de plus de 8 000 experts de la tech bénévoles qui donnent de leur temps. Et notre mission, c'est de mettre le numérique au service de l'intérêt général. Et ça, on le fait de deux manières.

La première, c'est en venant outiller des acteurs de la société civile qui luttent pour plus de justice environnementale,

sociale, pour préserver notre démocratie en faisant des projets concrets qui sont systématiquement open source, qui utilisent le moins de ressources possibles au service de ces associations. Donc par exemple, il y a 3 mois, on a sorti une plateforme qui s'appelle Dans Mon Eau avec une association qui s'appelle Générations Futures et qui permet à tout le monde de taper son adresse et de connaître la qualité de l'eau potable qu'il consomme en France, ça n'existait pas avant. Un autre exemple, on travaille avec une ONG qui s'appelle BLOOM pour traquer les plus gros bateaux de pêche dans le monde et les aider à lutter contre la pêche industrielle. Tous ces outils n'utilisent pas d'IA.

Notre deuxième levier d'action, c'est aussi de se dire : mettre le numérique au service de l'intérêt général, ça veut dire lutter contre la manière dont le numérique nous est imposé aujourd'hui dans une espèce de technosolutionnisme magique. Et ça, on le fait de différents moyens. D'abord en prenant la parole et en sensibilisant dans les médias aux impacts réels aujourd'hui, maintenant, et à venir de ces technologies. Donc impact environnementaux, impacts sociaux et cetera. Mais aussi en essayant de faire de l'influence pour aussi transformer la manière dont on construit nos lois. Parce

qu'aujourd'hui ce qu'on constate en France, c'est qu'on est plutôt dans une espèce de dérégulation absolue de l'usage de l'IA et de ces infrastructures en France. Donc, très dernièrement, on a plus de 63 nouveaux centres de données qui sont prévus clés en main pour l'IA. On peut s'interroger sur : pourquoi est-ce qu'on a besoin d'autant de calculs ?

Enfin, le dernier levier, c'est aussi de se dire, comment est-ce qu'on peut faire contre pouvoir et utiliser le droit existant pour aussi lutter contre la manière dont ce numérique nous est imposé. Et par exemple, très dernièrement, nous avons rejoint une association qui s'appelle Wissous Notre Ville qui lutte contre un data center Amazon depuis plusieurs années, qui a fait un recours contre ce centre de données. Et on a rejoint ce recours dans le but d'utiliser vraiment cette lutte locale pour interroger beaucoup plus largement et poser cette question de combien de puissance de calcul avons-nous vraiment besoin en France. Et ainsi s'interroger vraiment sur le besoin avant de construire et de vouloir mettre de l'IA partout.

Cécile PELTIER :

Il y a le militantisme pour limiter la surenchère de serveurs, mais il y a aussi le fait de ne pas mettre un frein total à la technologie. Vous n'êtes pas anti IA, mais vous êtes dans un usage un peu plus raisonné, un peu plus contrôlé. C'est bien cela ?

Lou WELGRYN :

On est pour une redéfinition complète de la manière dont on aborde ces technologies, c'est-à-dire déjà les rematérialiser, donc comprendre ce qu'il y a derrière. Pour ça, j'aime beaucoup ce que dit la chercheuse Kate CRAWFORD, qui dit que l'IA repose sur une triple extraction. Une extraction de ressources, donc métaux, eau, énergie. Une extraction de travail parce que tous ces modèles l'IA, et en particulier l'IA générative ne peuvent pas fonctionner s'il n'y a pas derrière des millions de travailleurs du clic qui vont venir annoter de la donnée, c'est-à-dire visionner des centaines et milliers d'heures de vidéos d'une violence extrême, pour que cette violence ne se retranscrive pas dans les algorithmes que nous, nous utilisons tous les jours. Et puis une extraction aussi de données parce qu'il faut quand même se rendre compte qu'aujourd'hui ces modèles qui répondent à tout, ils existent parce qu'ils ont utilisé une grande partie des données qui sont disponibles aujourd'hui sur Internet sans reverser de droits d'auteur. Et d'ailleurs même Sam ALTMAN le disait, si on devait payer tous les droits d'auteur qu'on utilise, nos modèles ne pourraient pas fonctionner et ne seraient pas rentables. Ils ne le sont pas non plus aujourd'hui, mais ça montre un peu tout ce gigantisme sur lequel repose ces modèles. Et donc nous, c'est vraiment ce qu'on essaie de dénoncer, c'est cette concentration du pouvoir qui fait de ce numérique, et à fortiori de cette IA, des rapports politiques dans la société.

Cécile PELTIER :

Puisque vous insistez là-dessus, vous dites : pour moi, la technologie est politique. Avez-vous des chiffres ou un petit panorama que vous pouvez nous donner pour montrer ces impacts-là ?

Lou WELGRYN :

Si on parle des impacts environnementaux, ce qui est intéressant, c'est le développement. Déjà ce qu'il faut dire, c'est que c'est quand même très difficile d'avoir de la donnée aujourd'hui parce que le secteur est un des secteurs les plus opaques qui existent. Mais l'année dernière, il y a une grande étude de l'Agence internationale de l'énergie qui est sortie, qui nous dit qu'aujourd'hui les centres de données, ça représente à peu près 1,5 % de la consommation d'électricité. Mais par contre, ce qui est assez fou, c'est la croissance de ce secteur et que ça atteigne 3 à 4,5 % d'ici 2030. On voit qu'on est sur une croissance très élevée et c'est vraiment la croissance de l'IA et de l'IA générative qui tire cette augmentation des centres de données. Et on le voit, il y a des annonces tous les jours de centres de données de 1GW. Du coup, Elon MUSK répond : « bah non, bah moi ce sera 10GW ». Donc une espèce de course au gigantisme dans la taille même de ces centres. Et ce qu'il faut voir aussi, c'est que 3 %, 4,5 % ça peut vous paraître peu. Mais déjà 4,5 % c'est l'équivalent de la consommation électrique du 5e pays le plus consommateur d'électricité au monde. Donc c'est beaucoup et surtout, c'est très concentré dans certaines zones géographiques. Par exemple en Irlande les centres de données représentent 20 % de la demande d'électricité locale. Donc ça va venir vraiment créer des tensions et des conflits d'usages locaux très forts.

Et ça existe déjà en France, par exemple le collectif Le nuage était sous nos pieds a montré qu'à Marseille les centres de données et l'électricité qu'ils consomment rentre en conflit avec l'électrification des ferrys du port, et c'est toutes les villes de Marseille qui se retrouvent polluées et en particulier les gens qui vivent près du port et qui sont des quartiers plutôt populaires, au détriment de la demande des centres de données. Donc la question qui se pose, c'est celle de : comment a-t-on envie que notre énergie soit utilisée ? Et on va se retrouver dans un monde de plus en plus limité en termes de ressources, en termes d'électricité. Est-ce qu'on a envie que cette électricité, elle aille aux centres de données ? Ou est-ce qu'on a envie qu'elle aille dans la décarbonation de nos usages ? Cette réflexion est très intéressante.

Un deuxième mythe en termes d'impact, qui est intéressant à déconstruire, si on reste sur les sujets un peu environnementaux, c'est cette idée que finalement, les infrastructures, ce n'est pas très grave qu'elles consomment beaucoup parce que l'IA va nous aider à résoudre le problème du changement climatique. Aujourd'hui, il n'y a aucune étude qui permette de conclure cet impact significatif. Très dernièrement, il y a une étude qui a été menée par l'ADEME qui est assez inédite dans son exhaustivité, qui a regardé 33 services numériques dans le contexte de la France et a essayé d'évaluer à quel point est-ce que la numérisation a permis des gains d'efficacité ou des réductions

d'émission. La conclusion c'est que le numérique permet de réduire de 0,3 à 2 % les émissions. Donc c'est vraiment marginal. Surtout, ce qui est intéressant, c'est qu'un tout petit effet rebond va effacer les gains. Donc par exemple un service de capteur pour détecter des pannes dans des véhicules, ça permet 0,5 % de réduction des émissions. Mais si les chauffeurs roulent 1 % de trajet en plus et bien toute cette réduction d'émission est annulée. Donc on voit à quel point est-ce que c'est fragile et à quel point les solutions numériques qu'on déploie sont très dépendantes du contexte dans lequel on les développe. Et ça si ça vous intéresse, je vous invite à suivre le chercheur Gauthier ROUSSILHE qui explique très bien tous ces mécanismes-là.

Cécile PELTIER :

Quels sont les garde-fous qu'on peut poser, qu'il faut interroger systématiquement ?

Lou WELGRYN :

Le plus gros enjeu, c'est que nos choix technologiques sont politiques et nous concernent tous. Et donc, on a un énorme besoin de remettre beaucoup plus de démocratie dans la manière dont on fait ses choix. Aujourd'hui, ce qui se passe, c'est que la politique numérique de la France, c'est de mettre plein de centres de données en se disant que c'est au nom de la souveraineté alors que ce n'est absolument pas parce qu'on a un centre de données en France qu'on a la moindre souveraineté. Et donc, on a besoin de complètement inverser la tendance, c'est-à-dire replacer les personnes qui sont les plus impactées par ces choix technologiques au cœur de ces discussions pour faire des choix technologiques qui mettent en leur cœur la soutenabilité, la question de la justice sociale et cetera. Et aujourd'hui, c'est vraiment tout l'inverse qu'on est en train de faire.

Cécile PELTIER :

Vous dites aussi que ça peut amener aussi une forme de fracture, fracture sociale, fracture décisionnelle, fracture politique. Pouvez-vous expliquer ?

Lou WELGRYN :

Une forme de fracture et une forme de concentration du pouvoir très forte. Je pense qu'il faut voir à quel point cette industrie est concentrée. On a quelques acteurs sur chaque bout de la chaîne. Donc on a Nvidia qui conçoit des puces, on a TSMC qui les fabriquent. On a ensuite des géants qui développent des IA qui sont intégrées sur toute la chaîne de valeur et qui concentrent tout le pouvoir. Et il n'y a qu'à voir la dépendance numérique qu'on a au sein de nos entreprises et de nos institutions. Même l'Assemblée nationale utilise Microsoft. Mais demain si on décide qu'on coupe, qu'est-ce qu'il se passe ? Je pense que tout le monde serait impacté. Donc on a un énorme enjeu là-dessus.

Cécile PELTIER :

Qu'est-ce qu'il faudrait faire ? Qu'est-ce que vous vous prenez quand vous accompagnez une entreprise ou peut-être même des dirigeants ? Quel serait le premier réflexe à avoir ?

Lou WELGRYN :

Nous, nous ne travaillons pas du tout avec des entreprises. Nous travaillons exclusivement avec la société civile. Mais je pense que la première question à se poser, c'est : la réponse aux problèmes posés est-elle technologique ou pas ? Et très souvent, on se rend compte qu'on rajoute plein de couches technologiques les unes sur les autres qui viennent répondre à des problèmes technologiques antérieurs. Il y a quand même un besoin général de mettre moins de numérique. Et ensuite, quand on décide d'en utiliser, je pense qu'il doit y avoir une réflexion sur quelle technologie on parle. Comment est-ce qu'elle est gouvernée ? Qui décide ? Avec une logique aussi beaucoup plus d'open source, d'interopérabilité des logiciels et vraiment un numérique beaucoup plus ouvert qu'aujourd'hui, qui est le modèle qu'on connaît ultrapropriétaire qui concentre tous les moyens dans les mains de quelques entreprises qui décident de son orientation.

Cécile PELTIER :

Comment est-ce qu'on peut garder un peu de souveraineté avec tous les attributs qu'on peut lui mettre derrière ? Si à côté tout le monde avance dans ce sens-là et que la France déciderait de freiner, qu'est-ce qui se passerait ?

Lou WELGRYN :

Aujourd'hui, on conçoit toujours le problème dans le sens, si on n'y va pas, on va perdre. Mais qu'est-ce qu'on perd à se surnumériser aussi ? Cette question n'est jamais posée. Donc, si on a une approche beaucoup plus rationnelle de se demander quels sont les secteurs essentiels dans lesquels on a besoin de mettre du numérique, de l'IA, d'être souverain sur la manière dont on stock nos données. Est-ce que c'est l'éducation, la santé et cetera ? Et si on parle des besoins réels, je pense qu'on change complètement la manière dont on développe du numérique.

Cécile PELTIER :

Pouvez-vous nous donner un exemple de ce que vous avez mis en place avec Générations Futures ?

Lou WELGRYN :

L'idée, c'est que nous, quand on construit des projets avec Data for Good, on travaille systématiquement avec des associations qui sont expertes de leur sujet pour construire des solutions qui répondent vraiment aux besoins et ne pas se placer dans une posture de sachant parce qu'on fait de la tech. Et donc là en l'occurrence, on travaille avec cette association qui est spécialisée sur toutes les questions de produits chimiques. Et

ensuite, ils avaient cette problématique qui est qu'ils voulaient analyser la pollution chimique de l'eau potable.

Aujourd'hui cette donnée elle est disponible en open source en France, mais elle est disponible dans des espèces d'énormes bases de données qui, pour des personnes qui savent uniquement utiliser un tableur Excel est complètement inaccessible à l'analyse. Et donc on a récupéré cette donnée ensemble et on l'a agrégée pour permettre aux citoyens de pouvoir la comprendre et l'analyser, y accéder de manière agrégée et donc pouvoir avoir des informations avec à chaque fois une explication vis-à-vis du niveau de risque qui est engagé, c'est-à-dire, tel polluant chimique, des PFAS, si c'est en dessous de tel seuil, qu'est-ce que ça veut dire ? Et si c'est au-dessus, est-ce que c'est dangereux pour ma santé ? Comment est-ce que je peux m'en prémunir ? Et cetera.

Donc c'est vraiment cette idée d'outiller les citoyens pour qu'ils puissent s'emparer de ce sujet et aussi mobiliser les acteurs publics quand il y a des cas de dépassement. Grâce à la plateforme, on a découvert qu'il y avait des fongicides dans l'eau dans les Hauts-de-France, et ça a permis à Générations Futures de lancer une alerte et de prévenir les citoyens. Donc ce sont vraiment des outils pour la société civile.

Cécile PELTIER :

Qui sont les militants et les activistes au sein de Data for Good ?

Lou WELGRYN :

On a des bénévoles avec plein de compétences différentes du monde de la tech. Donc des développeurs, des designers, des gens qui font de l'analyse de données et cetera. Donc tout type d'expertise du milieu de la tech.

Cécile PELTIER :

Est-ce qu'il y a des questions pour Lou WELGRYN ?

Intervention du public :

On est en train aussi de nous expliquer, après ces questions autour de l'IA génératif qui consomme beaucoup de ressources, qu'on va basculer peut-être sur une IA agentique qui serait plus frugale. J'imagine que vous avez une opinion sur ces questions et peut-être aussi des éléments plus de data pour alimenter les réflexions.

Lou WELGRYN :

La réponse, c'est forcément de se dire : on va faire une IA plus frugale. Mais c'est insuffisant pour moi au sens où j'ai l'impression que c'est plus un argument marketing pour se dire : ce n'est pas grave, on va continuer à faire la même chose en consommant moins. Alors que je pense qu'il faudrait vraiment avoir une approche plus systémique des enjeux et considérer l'intelligence artificielle. Un chercheur qui théorise très bien

tout ça, cette question de la technique en les appréhendant à l'aune des relations de pouvoir qu'elle génère, c'est Richard SLOAN. Et je pense que ça doit être une ligne de conduite quand on choisit de développer des technologies. Plus que juste la question de : est-ce qu'elles sont frugales ou pas. C'est vraiment, considérer ces relations de pouvoir à la fois dans la chaîne de construction de ces données : quelle hiérarchie, quelles inégalités elles peuvent construire. Mais aussi dans la question de leurs usages : quel type de système elles vont venir renforcer, quel type de pouvoir elles vont venir renforcer ? Et c'est une discussion permanente et c'est pour ça que je dis que pour moi l'enjeu, c'est vraiment de remettre beaucoup plus de démocratie parce qu'il faut s'interroger sur tout cet impact systémique à chaque fois qu'on déploie n'importe quelle technologie en remettant au centre les personnes qui vont être touchées par cette technologie. Et ces définitions, ces réponses, elles vont être mouvantes, elles vont évoluer, mais c'est que comme ça, qu'on peut faire des choix qui sont complets et qui permettent de penser la technologie en système.

Intervention du public :

Je suis très sensible à cette logique systémique dont vous parlez. Est-ce que l'IA est une bonne chose pour l'avenir ? On pourrait la poser comme ça cette question. D'envisager ici des impacts aussi environnementaux, les impacts, les avantages que ça procure sur des progrès santé et cetera. Et aussi un certain nombre d'inconvénients, en particulier, on a cité la consommation énergétique extrêmement importante, des impacts sur des ressources rares et on voit tous les enjeux géopolitiques qui se posent autour de ces questions. Donc, on a quelque chose de complexe et je pense que culturellement, on a tendance à toujours à voir quelque chose de très positif sur le progrès technologique et on arrive à un moment où ces questions doivent se poser. Et on a du choix sociétal ici et politique, parce qu'un choix de société, c'est un choix politique.

Est-ce que c'est possible que vous précisiez cette histoire de souveraineté qui a été citée ? Plus de centres de données en France, plus de souveraineté. Comment être plus robuste, comment être plus indépendant par rapport à notre environnement un peu anxiogène ?

Lou WELGRYN :

Pour creuser cette question de la souveraineté, je vous invite à suivre une chercheuse qui s'appelle Ophélie COELHO qui a écrit un livre vraiment génial qui s'appelle *Géopolitique du numérique*, qui explique et déconstruit cette notion de souveraineté. Parce qu'aujourd'hui quand on en parle, on pense très souvent souveraineté égale infrastructures, égale centres de données en France. Alors que c'est une notion beaucoup plus complexe parce que le numérique est intriqué dans une chaîne de dépendance et elle dit : « Je préfère parler de dépendance extrême que ce soit, des câbles sous-marins, aux infrastructures de données, à toute la couche logicielle dont l'IA

n'est que finalement la dernière surcouches possible qui ne peut exister que si toutes les couches antérieures existent. » Et donc une vraie réflexion sur la dépendance numérique, sans parler aussi de tous les métaux et de toute la fabrication des terminaux dont on a besoin pour pouvoir utiliser ces technologies. Et la réflexion sur la souveraineté, elle doit s'interroger à toutes les différentes mailles de cette chaîne de valeur.

C'est ça que je voulais dire sur le fait qu'aujourd'hui le discours qu'on entend, c'est : il faut construire plein de centres de données pour être souverain. Or c'est pas du tout comme ça qu'on peut résoudre la souveraineté. Et ce qu'on observe aujourd'hui, c'est que dans la plupart des nouveaux projets de centres de données, il y en a une grande partie qui sont construits ou opérés par des opérateurs américains ou étrangers, et qui sous le CLOUD Act et plein de réglementations extraterritoriales, font que les données ne seront, et ne sont absolument pas protégées. Donc il faut avoir une réflexion beaucoup plus globale sur ça.

Intervention du public :

Témoignage de deux cas d'usage en tant qu'architecte et designer computationnel et accompagnant à la transition numérique dans une collectivité territoriale. Je voudrais remettre la question de l'humain et de la valeur de l'humain et de la décision en société au cœur du débat puisque, moi, ça m'a touché de plein fouet dans ma pratique. Ma valeur ajoutée, c'était ma capacité à faire du code et pas du design. Et maintenant je redeviens designer en étant plus obligé de perdre mon temps à faire du code. Donc je me recentre sur mon métier. Pour autant, je n'ai pas suffisamment de commande en tant que designer pour pouvoir suivre cette évolution et cette rapidité d'évolution du métier. Donc qu'est-ce que je fais ? Je prends trois fois plus de boulot de design alors que le marché n'en a pas ? Et qu'est-ce que je vais faire de ce temps-là ? Il y a plein de boulots qui sont impactés là-dessus. Donc ce temps en plus, comme je fais partie d'associations, je pourrais le dédier aux associations.

Et dans le cadre des collectivités territoriales, on est confronté à un manque de personnel, une demande de plus en plus forte de qualité du service public avec toujours moins de moyens. Donc il y a un vrai enjeu et une vraie qualité à accélérer les processus via les IA. Par contre, il y a la grosse question de la souveraineté des données publiques qui fait que les décideurs politiques vont sauter directement sur des solutions propriétaires type Microsoft ou autres. En se disant : il faut qu'on suive la marche de l'IA. Absolument, il faut qu'on suive la marche de l'IA. Mais il n'y a pas de réflexion préalable à, il faut qu'avant de faire de l'IA, on réfléchisse à la souveraineté des données, au stockage et cetera. Et effectivement, il ne suffit pas qu'un data center soit en France. À partir du moment où il est managé par AWS Amazon, vos données ne sont pas en sécurité.

Donc question de l'humain, qu'est-ce qu'on fait de ce temps en plus ? Est-ce que l'IA peut nous aider à redonner du temps humain à la société ? Est-ce qu'on peut redonner de la qualité humaine à notre société en prenant les bonnes décisions ?

Lou WELGRYN :

Sur un point déjà, je ne suis pas sûr que je sois d'accord sur le constat qui est de dire que l'IA, ça fait gagner, ça redonne du temps. J'ai l'impression que c'est un peu un mythe qu'on nous vend, qu'on va être plus efficace, qu'on va gagner du temps. Globalement, j'ai plus l'impression que les tâches changent dans ce qu'on fait. Donc, on est plus en validation de quelque chose. L'IA change la nature du travail. Et beaucoup de gens se sentent aussi dépossédés du travail qu'ils avaient avant. Mais en tout cas, il faut interroger cette question.

Ensuite, je pense qu'il y a vraiment un enjeu à justement pousser pour remettre plein d'humains. Par exemple, on parlait des services publics, il y a énormément de guichets physiques qui sont en train de fermer, ce qui est une vraie exclusion pour énormément de gens qui ne maîtrisent pas ces outils, pour qui c'était déjà compliqué quand il y a eu une digitalisation de tous les outils numériques et les services publics. Et donc pour moi la réponse elle doit être au contraire d'essayer de mettre beaucoup plus de gens, de réel face à cette tentation de mettre de l'IA génératif partout.

Intervention du public :

Je m'appelle Tiphaine. Je suis la fondatrice de l'association Les Bottes d'Anémone. On cherche à créer un modèle de fleuriste écoresponsable et vertueux pour Vannes, pour l'utiliser afin de transformer notre filière. Et donc moi, je suis une toute petite entreprise qui cherche à trouver son équilibre économique pour impacter toute une filière. Et je me retrouve confronté à trouver une équation entre développer mon activité suffisamment pour que mon modèle tienne la route et être frugal dans mes charges. Et je découvre qu'avec l'IA que je commence à tester que, travailler sur le référencement naturel de mon entreprise, ce sont plusieurs milliers d'euros si je fais appel à une agence. Ce sont quelques secondes et gratuit, sur l'IA. Et je suis face à un dilemme parce qu'on est une entreprise B Corp, on est une entreprise à missions, on est ESUS et cetera. Et on ne sait pas comment réagir parce qu'il y a une réalité, c'est que si notre modèle réussit à trouver son modèle économique et son équilibre, on va avoir un impact énorme qui sera peut-être plus fort que celui d'avoir utilisé l'IA en chemin pour y arriver.

Comment mesurer ça ? Est-ce qu'il existe des outils pour que, se lancer dans un gros bilan, une entreprise puisse comprendre en quelques minutes si ce qu'elle fait en vaut la peine ? Est-ce que ça vaut le coup d'aller faire ces quelques minutes sur l'IA au regard de l'impact potentiel que ça peut avoir sur une filière entière par exemple ?

Lou WELGRYN :

Je n'ai pas de réponse magique à donner maintenant et je ne connais pas d'outil qui permet de faire ce choix-là. Je pense que c'est vraiment une question d'arbitrage et je ne dis pas du tout que la situation est facile. Mais je n'ai pas de solution magique pour vous donner une réponse.

Cécile PELTIER :

Le message que vous souhaitez faire passer, c'est plutôt : il faut se prémunir et se poser des questions sur notre utilisation de l'IA pour faire quelque chose de bien. C'est bien cela ?

Lou WELGRYN :

Oui. Pour finir, je pense qu'il est quand même important de sortir d'un discours de l'inévitabilité qui est vraiment le discours qu'on essaie de nous faire acheter. C'est ce qu'on a dit au début, mais, chaque jour, on fait des choix, on décide de mettre en place telle régulation, de faire telle chose et donc la question, c'est : quel futur a-t-on envie de construire ? Et cette question est d'autant plus forte quand on voit ce qui se passe aujourd'hui aux États-Unis, et comment est-ce que ces technologies sont en train d'être utilisées par un pouvoir ultra autoritaire pour mettre en place une politique autoritaire. Donc je pense qu'on est face à des choix vraiment très importants et que, pour moi, la réponse, elle doit être par beaucoup plus de démocratie plutôt que continuer à concentrer le pouvoir. Et je voudrais juste parler d'un livre très intéressant sur cette question qui s'appelle *Démocratie nulle part, Technologie partout* de Irénée REGNAULD et Yaël BENAYOUN, si vous voulez creuser cette question de comment mettre plus de démocratie dans les choix technologiques.

Conférence 4 : « Souveraineté & géostratégie de l'IA »

Animée par Cécile PELTIER

Philippe Clerc, président de l'Académie l'intelligence économique

Bertrand RONDEPIERRE, directeur de l'AMIAD

Cécile PELTIER :

On va parler de souveraineté, de géostratégie de l'IA. On va aborder la question, non pas comme un bienfait acquis de la souveraineté, mais plutôt comme un enjeu de construction face à de nouvelles formes de conflictualité.

Bertrand RONDEPIERRE, l'AMIAD est une structure du ministère des Armées. Elle a pour objectif de piloter et d'accélérer l'usage de l'IA dans la défense française. Vous êtes vous-même diplômé de l'École Polytechnique. Vous avez notamment travaillé chez Google, y compris sur la fusion avec DeepMind. Vous avez contribué au rapport fondateur de 2018, *Donner un sens à l'intelligence artificielle*.

Pouvez-vous nous parler un petit peu de l'AMIAD ? Pourquoi ce besoin éminent de constituer une organisation spécifique pour ces questions d'IA ?

Bertrand RONDEPIERRE :



Ce qu'il faut savoir, c'est qu'il y a une vraie mutation sur le champ de bataille. Il y a qu'à regarder ce qui se passe en Ukraine. Il y a un besoin de plus en plus d'autonomie. Aujourd'hui, en Ukraine, il n'y a pas une onde radio qui passe. Donc pas de possibilité de télépiloter des drones par exemple. Donc il y a une vraie transformation qui est liée au numérique

et à l'IA.

Pour les armées françaises, la question, c'est surtout d'être capable de faire face, parce que demain, en cas d'engagement majeur, il va bien falloir qu'on soit en mesure de faire face à ce qu'on aura en face. C'est ce que je dis en général sur ce sujet, c'est que malheureusement, ce n'est pas nous qui choisissons. Et donc évidemment qu'on a de notre côté énormément d'attention et de considération sur la façon dont on développe des systèmes. Mais par contre, il faut bien se dire que ce que font les gens en face, ce n'est pas vous. Donc vous n'avez pas de choix ou de marge de manœuvre sur ce que eux vous mettront en face. Donc l'idée de l'agence et de l'IA dans la défense, c'est équiper nos forces avec les outils dont elles ont besoin pour faire la guerre ou éviter de la faire. C'est surtout ça la raison première de la chose.

Et le deuxième volet, c'est surtout faire en sorte que l'IA atterrisse. On parle beaucoup d'IA, mais on a un sujet d'opérationnalisation. C'est-à-dire qu'entre montrer qu'un algorithme est utile à faire telle ou telle chose et en faire un produit opérationnel sur lequel on sait ce qu'il fait, on maîtrise les risques, on sait l'utiliser au quotidien, il y a un énorme *gap* d'un point de vue du développement. Et donc ça, c'est un peu la raison première de l'existence de l'agence, c'est faire en sorte de faire cette transition entre une idée, un produit et le faire atterrir en pratique.

Cécile PELTIER :

Qui est-ce qui constitue cette agence-là ?

Bertrand RONDEPIERRE :

On est tout récent, mais on est 200 depuis décembre de l'année dernière. C'est une agence qui est essentiellement technique donc c'est 75 % d'ingénieurs. On est quand même une administration donc on a des finances, des RH, des choses qu'on est obligé de faire, mais ça aussi, c'est une particularité qu'on a. On est une agence qui fait et donc forcément, on a des talents. On a des gens qui sont des ingénieurs en IA, des chercheurs en IA aussi. On a un pôle de recherche sur le site école polytechnique, des développeurs, des ingénieurs spécialisés dans les risques cyber, la maîtrise des risques, les facteurs humains, tout ce qui fait qu'on peut faire ce continuum entre la conception du produit et son déploiement opérationnel.

Cécile PELTIER :

Vous pouvez donc vous retrouver à travailler avec l'ANSI ou d'autre ?

Bertrand RONDEPIERRE :

Il faut voir notre positionnement, on est un fournisseur de technologie. C'est-à-dire que ce ne sont pas les agents de l'AMIAD qui utilisent les technologies qu'on développe, c'est bien des opérationnels, des humains. Et donc il y a toute une question autour de la place de l'humain dans l'IA militaire. Mais on équipe ces personnes-là et on travaille à leur profit. Donc ce n'est pas moi qui décide quel est l'usage de l'IA dans tel domaine ou tel domaine. On accompagne les métiers, on développe les technologies dont ils ont besoin pour accomplir leurs missions. Donc ça nous fait un positionnement qui fait que oui, on travaille avec toutes les armées, directions, services, mais en arrière-plan parce qu'à la fin, ce n'est pas nous qui allons être les utilisateurs de ces technos.

Cécile PELTIER :

Donc ça dit quand même que la France a un positionnement de plus en plus technologique par rapport à la question de la souveraineté ?

Bertrand RONDEPIERRE :

C'est plus une modalité. C'est-à-dire qu'avoir les moyens de faire face sur le champ de bataille, ce n'est pas une option. Donc il n'y a pas trop le choix. Donc la question, c'est comment on le fait ? Et il y a un certain nombre de modalités, c'est-à-dire que, par exemple, on sera tous d'accord sur le fait que l'opération des IA du ministère des Armées, elle ne va pas être faite sur un data center sur un territoire étranger. Et donc ça emporte pas mal de considérations. Donc tout ce qu'on construit, on le fait avec une démarche de maîtrise des risques globaux qui inclut la question de la souveraineté, de la maîtrise et qui va encore une fois jusqu'à la sécurité de l'IA, les facteurs humains pour faire en sorte que tout ça fonctionne.

Le ministère des Armées, c'est le ministère qui est censé fonctionner quand plus rien ne fonctionne. Donc tout ce qu'on conçoit n'a de valeur que si on est capable d'opérer dans ce contexte-là. Sinon, ça ne sert pas à grand-chose.

Cécile PELTIER :

Philippe CLERC, vous travaillez à la valorisation de la formation en intelligence économique. L'académie se penche aujourd'hui sur l'intelligence des polycrises et aussi des catastrophes aussi.

Est-ce que vous pouvez nous expliquer un petit peu plus l'idée de cette institution ? À quoi est-ce qu'elle sert ?

Phillipe CLERC :

Comprendre pour agir. L'académie existe depuis 1993, elle a été créée au moment où la France rencontrait, comme le monde entier, au sortir de la guerre froide, la nécessité de comprendre la nouvelle situation, les nouveaux rapports de force. Et donc la France se dotait à l'époque d'une doctrine dite d'intelligence économique et stratégique. On est en 1993 et on a un représentant, c'est Olivier CARDINI qui est aussi en Bretagne. Donc on est installé dans plusieurs territoires pour réfléchir sur cette problématique. Donc on sert à quoi ? C'est à tenter comme on le fait aujourd'hui sur l'intelligence artificielle de décrypter. On va traiter la notion de polycrise. L'intelligence artificielle va permettre de comprendre comment fonctionne ce qu'on appelle les sécheresses foudroyantes. Des sécheresses qui apparaissent sur un territoire et qui en quelques jours assèchent complètement les productions. Comment on détecte ça ? À l'académie, on travaille par exemple avec le CEA là-dessus, sur des grilles de lecture qui permettent d'anticiper les innovations foudroyantes, les sécheresses foudroyantes et bien sûr comprendre les catastrophes.

Cécile PELTIER :

Pouvez-vous nous expliquer ces grilles de lecture ? Elles sont très intéressantes parce qu'il y a trois piliers sur lesquels vous travaillez. Est-ce que vous pouvez nous en parler un petit peu ?

Philippe CLERC :

Les trois piliers, c'est, trouver des grilles de lecture pour comprendre le monde d'aujourd'hui. Déjà le caractériser et tenter de survivre avec la maîtrise des technologies qui sont dans la révolution actuelle dite numérique, depuis le Moyen Âge, cette nouvelle révolution considérable du digital et de l'intelligence artificielle qui donne un pouvoir considérable à l'innovation et à l'industrie. Ce qui est un invariant puisque dans les politiques industriels, on a connu les révolutions industrielles qui étaient des révolutions considérables. Aujourd'hui, c'est celle du numérique. Donc la grille de lecture nous est inspirée par le ministère de la Défense, c'est l'ancien chef d'état-major, monsieur BURKHARD, qui décrit la réalité conflictuelle militaire. Et là, on est dans les agir stratégiques, donc on va hybrider nos tentatives de connaissance. Et il nous dit : il y a trois états de conflictualité aujourd'hui. Le, premier c'est la compétition, le deuxième, c'est la contestation et le troisième, c'est l'affrontement. C'est intéressant parce que quand, en 1993, on cherchait en France et dans le monde des grilles de lecture nouvelle pour l'intelligence de situation inédite, les Japonais nous avaient donné une catégorisation qui était les 3C, la concurrence, le conflit et la coopération. Aujourd'hui, la coopération n'existe plus, dans la conflictualité actuelle.

Les Chinois dans leur livre blanc de la défense de 2019, nous disent : la guerre de l'intelligence est la nouvelle forme de conflictualité qui va nous permettre, si on maîtrise suffisamment les technologies critiques et émergentes, de gagner ou de remporter la victoire sur l'hégémon américain qui aujourd'hui domine le monde. Donc ces trois réalités conflictuelles, on va les retrouver se déployant magistralement dans le champ de la chaîne de valeur qui se déploie de l'intelligence artificielle.

La compétitivité, c'est la guerre des semi-conducteurs. On la connaît bien. C'est le déplacement aussi très intéressant dans cette forme de conflictualité, la compétition qui est ouverte, mais qui a pour objectif quand chinois, américain et européens tentent de survivre dans ce combat - les Nvidia, TSMC et l'entreprise néerlandaise de lithographie qui se battent - de formater les réalités concurrentielles à l'image du plus puissant. Ce qui est intéressant, ce sont les stratégies qui s'organisent, de coalition, d'alliance où le moins puissant technologiquement va tenter d'entrer dans des alliances. Et se créent des alliances entre la France, le Canada et cetera. Des alliances géopolitiques, des alliances sur les semi-conducteurs pour tenter à l'intérieur de ces alliances de contourner le dispositif et, comme disent les stratégestes, d'encercler les plus puissants, d'aller puiser un peu de ressources stratégiques et technologiques chez le plus puissant. Et ces alliances sont tout à fait intéressantes parce que, c'est le choix de Mistral de rentrer dans des alliances non pas multilatérales mais bilatérales. Et puis ne pas oublier que ce sont là des stratégies où de véritables sphères d'influence se déploient.

Si je parle de la confrontation, là, c'est ce qu'on appelle les guerres hybrides. C'est ce que nous vivons. La contestation, c'est la contestation de la position sur les marchés des plus puissants. Et là, c'est la guerre économique. C'est ce que le *World Economic Forum*, qui vient de tenir ces assises à Davos, où tous les plus puissants industriels de l'internet étaient bien sûr présents, Microsoft et autres, a formidablement illustré et qui caractérise bien la situation actuelle pour dire que l'intelligence artificielle est devenue un pivot de puissance technologique et économique centrale et fondamentale. Et là se déploie ce qu'on appelle l'arsenalisation des relations commerciales. Tous les coups sont permis. C'est la guerre économique, c'est l'application extraterritoriale du droit, c'est la contestation des positions concurrentielles des autres. Et c'est pour les États-Unis l'application selon un registre de sécurité nationale qui devient là - et on l'entend bien avec monsieur TRUMP sur le Groenland, dans tous les pays, les doctrines de sécurité nationale deviennent l'outil - l'instrument stratégique qui va se déployer.

Je prends un exemple, c'est l'affaire Nexperia. Nexperia est une entreprise européenne, ancienne entreprise détenue par Philips qui est rachetée par un Chinois qui s'appelle WinTech, qui fabrique des puces électroniques. Le gouvernement néerlandais constate que cette entreprise est mal gérée par les Chinois, met en difficulté non seulement l'économie néerlandaise, mais l'économie européenne et notamment les filières aéronautiques et les filières automobiles. Et donc les Pays-Bas, pays ultralibéral, décident finalement de nationaliser, de prendre le contrôle de l'entreprise. Immédiatement, les Chinois, qui exportent des milliards de puces sur l'Europe, notamment dédiées au secteur automobile, décident de bloquer, d'interdire les exportations. Et on se met une panique gigantesque. C'est l'illustration de ces logiques de contestation.

Et puis l'affrontement. L'affrontement, là, on est dans les guerres hybrides entre la guerre opérationnelle, celle qu'on connaît, la guerre russo-ukrainienne. Et puis ce qui est guerre hybride, l'utilisation de l'économie, l'utilisation aussi de tout le registre de la guerre, des guerres informatiques et de la cyberguerre où, là, c'est le cas emblématique de Claude le robot d'Anthropic qui a été hacké par des Chinois et qui s'est autonomisé dans une attaque cyber dans le monde entier sur à peu près 35 institutions à caractère stratégique dans le monde. Et le retex d'Anthropic nous dit que le robot s'est autodéterminé à 80 %. On a trompé le robot en lui disant qu'on allait faire des expériences, quelques tests de cybersécurité et il s'est auto-organisé. Et là le rôle de l'humain dans l'attaque, dans cet aspect très offensive de la cyberattaque, les Chinois ont peut-être donné quelques instructions, mais le robot à 80% a été autonome. On est dans ces réalités-là.

La RAND Corporation, le S-tank du ministère de la Défense DOD américain vient de sortir un rapport sur l'intelligence artificielle dans les guerres du futur. Et il explicite que les États-Unis devraient changer complètement leur modèle offensif et leur mode opératoire et stratégique en y intégrant l'intelligence artificielle. Et notamment ce qu'on

voit ressurgir, ce sont les vieilles matrices de l'intelligence rusée des Grecs, d'Ulysse, où par la ruse, grâce à l'intelligence artificielle, on va pouvoir tromper l'ennemi, on va pouvoir gérer des situations asymétriques et le rapport semble tout à fait passionnant à cet égard.

Cécile PELTIER :

Donc l'IA demain, ce sera le nouveau Cheval de Troie ?

Philippe CLERC :

Oui. Et c'est l'un des objets.

Cécile PELTIER :

Bertrand, comment est-ce qu'on répond concrètement au sein de l'AMIAD à cette question ? Surtout pour rester dans cette souveraineté européenne. Avez-vous des exemples concrets où vous avez pu faire l'usage de l'IA pour répondre à toutes ces questions ?

Bertrand RONDEPIERRE :

On a parlé de cyber qui est effectivement le terrain de jeu de l'IA parce que le cyber a le mérite d'être de l'informatique. Donc on va voir des algorithmes qui manipulent des systèmes informatiques. C'est un peu le minimum qu'on attend de ce genre de machine.

Là où il y a une frontière, c'est un peu la frontière avec le réel. C'est-à-dire que dès que vous sortez du numérique et que vous vous intéressez à ce qui est la réalité, c'est une tâche qui est différente. Dans l'application de l'IA, il ne faut pas oublier, il y a aussi le quotidien, c'est-à-dire que la défense, c'est aussi de la bureautique, ce sont aussi des gens qui se parlent. Donc l'IA s'applique de la même manière dans ce cadre-là. Alors, ça pose d'autres questions sur la sécurisation, l'empoisonnement, ce genre de choses, mais par contre, c'est le même genre de problèmes que n'importe quelle entreprise, n'importe quelle structure aura en matière d'IA. Mais ce n'est pas un détail parce qu'on s' imagine tout de suite des attaques cyber, ce genre de choses. Mais il y a aussi tout le quotidien des gens qui travaillent qui, comme vous et moi ont des mails, des documents, ce genre de choses. Donc c'est un détail, mais pas que parce que, si jamais on disait qu'on faisait de l'analyse géopolitique à partir d'IA et sur des choses sur le web, si jamais le système est attaqué et qu'on prenait des décisions de commandement sur la base de trucs fait par d'autres, ce ne serait pas génial comme façon de fonctionner. Donc problématiques, les mêmes que tout le monde avec des enjeux un petit peu différents d'un point de vue maîtrise souveraineté.

Ensuite, je pense que le deuxième volet qu'il faut essayer d'imaginer un peu concrètement, c'est ce qu'on va appeler l'IA pour les opérations, pour le commandement. C'est-à-dire que c'est tout ce qui ne va pas être temps réel. Vous avez

un commandement militaire qui a besoin de prendre des décisions éclairées sur du ciblage jusqu'à mener des actions. Et donc ça, c'est de l'analyse de renseignement, de l'analyse de faits sur divers verticaux géopolitiques et cetera. Quand vous avez une carte, vous regardez qu'est-ce qu'il y a comme bâtiment et cetera. Et donc là, c'est ce qu'on va mettre dans la grande famille de l'aide à la décision, mais qui importe plein de choses. C'est-à-dire que, par exemple, quand on parle de renseignement, il y a tout ce qui est analyse, par exemple, du spectre électromagnétique. Je parlais tout à l'heure en Ukraine, du fait que tout est brouillé. À un moment donné, il faut savoir ce qu'il se passe, qui émet, qui est en train de faire quoi d'un point de vue onde radio. Donc c'est le concours de tout ça qui fait qu'à la fin, on prend de bonnes décisions. En-tout-cas, on essaie de prendre de bonnes décisions d'un point de vue analyse de la situation puis action derrière.

Et le dernier volet pour être un peu concret, c'est ce qui va être pour le coup temps réel et donc là, c'est l'IA dans le système d'arme. Et en l'occurrence, je vais vous donner un exemple d'un projet qu'on mène qui s'appelle Pendragon. Donc c'est la robotique de combat sur le champ de bataille qui inclut de l'IA, mais pas que. Et ça, ce sont à la fois des questions d'IA, de modèle d'intelligence, mais ce sont aussi des questions très concrètes embarquées. C'est-à-dire que quand vous avez un essaim de robots qui doivent se parler : quel type de télécommunication ? Évidemment que vous vous doutez qu'ils ne sont pas reliés par de la fibre optique. Donc comment on fait ça ? Encore une fois sur un champ de bataille qui est contesté d'un point de vue spectre électromagnétique. Il y a toutes ces questions de l'IA, de la robotique aussi parce que quand vous avez un robot à chenille, à un moment donné vous le faites bouger et quand il y a un tronc d'arbre, il va falloir qu'il passe au-dessus ou à côté. Voilà, donc des choses qui sont la vraie vie, la physique de la chose qui fait que tout ça n'est pas si simple et ce n'est pas que l'IA qui nous permet de faire tout ça. Donc voilà, en gros le spectre des applications, c'est un peu tout ça, que ce soit le monde réel ou le monde numérique, sur toutes ces dimensions, notamment sur opération et embarqué. Parce qu'à la fin, c'est ça qui fait qu'on a ce qu'on appelle des systèmes d'armes de façon générale et qui nous permettent d'avoir des forces qui sont capables de mener leurs opérations.

Cécile PELTIER :

Donc c'est autant de l'aide à la décision que des choses très pratico pratiques. De la communication sur un champ de bataille sans qu'il y ait de brouille.

Bertrand RONDEPIERRE :

Oui, peut-être aide à la décision. Enfin, c'est vraiment très large parce que l'aide à la décision, c'est autant, l'aide à la planification et le renseignement que de la simulation. C'est ce que vous voulez essayer de voir, par exemple sur du combat aérien : qu'est-ce qui se passe, mon avion versus celui d'en face, sous différentes hypothèses d'engagement. Donc c'est l'aide à la décision, mais avec quand même une très grande

profondeur sur l'univers des choses qui sont possibles à examiner, simuler, interpréter, pour ensuite faire en sorte qu'on ait une bonne décision. C'est tout ce qui concourt.

Cécile PELTIER :

Si on se porte à peu d'échéance. Quelles sont les choses qui peuvent être encore très développées par l'IA à l'AMIAD et celles pour lesquelles vous atteignez un moment de croisière ?

Bertrand RONDEPIERRE :

Ce qui marche très bien aujourd'hui, c'est tout ce qui est numérique, aide à la décision. Alors pas que ce ne soit pas compliqué et que ce soit parfait, mais en général, on arrive à quelque chose, pour le peu qu'on ait des données, pour le peu qu'on ait des systèmes de simulation. Parce qu'encore une fois pour prendre une décision sur du combat aérien, si vous n'avez pas un système qui ne sait ce que c'est un avion, qui ne sait ce que c'est l'espace aérien au sens des objets qui volent, leur taille, l'importance, la physique de la chose, l'IA ne va pas faire grand-chose. Donc il y a une matière qui déjà nous permet de faire énormément de choses de ce point de vue-là. Ce n'est pas que c'est mature, mais disons qu'aujourd'hui avec un problème, on peut aligner des solutions, ce qui est déjà pas mal.

Sur ce que je disais sur la robotique par exemple, là, je pense que c'est dans les choses qui sont à développer où nous, on l'a fait assez tôt sur le projet que je mentionnais. Parce qu'on voit bien que c'est ce vers quoi la technologie est en train d'aller, parce que la robotique finalement, c'est de l'agentique mit à l'intérieur d'objets assez physiques. Aujourd'hui, ce n'est pas quelque chose qui fonctionne. C'est-à-dire qu'aujourd'hui il n'y a pas une puissance sur terre qui a ce que je décris, à savoir une unité de combat robotique. Par contre tout le monde travaille à peu près dans cette direction. Il y a qu'à regarder ce que les uns et les autres font en source ouverte pour se rendre compte qu'on n'est pas les seuls à se dire que c'est ça qui va se passer. Par contre, aujourd'hui, on n'est pas à un seuil de maturité où je sais dire à coup sûr : ça va fonctionner demain. Ce que je sais, c'est que, notre objectif, c'est 2027. Probablement que sur des missions de logistique, par exemple logistique évacuation de blessés, il y a des chances que ça marche plutôt bien.

Sur des applications plus critiques. Le sujet encore une fois, c'est plutôt ce que vous voyez en Ukraine. En face, vous avez des drones qui sont par dizaines de milliers. Les Ukrainiens, ils ont un problème très concret qui est qu'ils ont des Russes qui leur balancent des dizaines de milliers de drones par mois. Et donc, si vous n'avez pas des machines, si vous attendez que ce soit le troupier qui tire sur ces drones-là, ça ne marche pas à l'échelle. Donc le sujet, c'est comment on arrive à faire de la destruction d'autres robots et donc de drones notamment sur un champ de bataille en temps réel. Et donc ça évidemment qu'il faut un niveau de confiance un petit peu différent pour le

coup. Je pense qu'il y a un certain niveau de maturité auquel on peut arriver, notamment tout ce qui est autoprotection. C'est ce qu'on fait aujourd'hui, quand il y a un missile qui est dirigé vers une base, heureusement qu'on a déjà des moyens pour le faire, mais ce sont des trucs qui sont assez peu intelligents. Donc la question, c'est comment on met un peu plus d'intelligence pour faire face à plus de situations. Ça, c'est en train de marcher. Par contre quel niveau d'autonomie, quel niveau de confiance ? Ça, c'est une question qui est entière parce que ça emporte des questions technologiques et des questions de maîtrise des risques parce que ce n'est pas un truc qu'on jette dans la nature en disant, on verra bien.

Enfin, on a un gros besoin d'ingénierie de conception. Chose qu'on fait à l'AMIAD justement, c'est un de nos gros sujets sur comment on met l'humain dans la boucle de façon intelligente et comment on lui donne des garanties, une confiance sur le fonctionnement de ces systèmes. Mais il y a une vraie rupture technologique qui fait qu'à ma connaissance personne, ni nous, ni les Américains, ni les Chinois qui sont souvent en pointe sur ces sujets, n'ont des solutions définitives sur lesquelles on peut dire : ça, ça fonctionne de façon certaine.

Cécile PELTIER :

Est-ce qu'il y a des questions ? Soit à Philippe CLERC, soit à Bertrand RONDEPIERRE.

Intervention du public :

Est-ce que vous pouvez nous parler de Fury, qui sont ces drones qui sont hyper rapides et qui commencent à être utilisés en Ukraine ?

Bertrand RONDEPIERRE :

On parle du drone intercepteur dont on fait la presse. Là, pour le coup, on est sur les cas d'usage de l'IA un peu simple. C'est-à-dire que, le drone, il vole, il n'y a pas trop d'IA. C'est un drone assez classique. Et donc l'IA elle intervient au niveau interception. C'est-à-dire que quand on essaie d'intercepter quelque chose à cette vitesse-là, on a besoin d'un peu de reconnaissance d'objet pour savoir ce qu'on va chercher. Mais en fait, c'est assez peu intelligent. Mais par contre, opérationnellement, c'est assez critique, c'est-à-dire que ce n'est pas des modèles d'IA très complexes qui tournent là-dedans. C'est-à-dire que typiquement, c'est sur quelle partie du drone adverse on essaie de taper pour le tuer d'un seul coup parce que si jamais on le tape, mais qu'il continue de voler, ce n'est pas très utile.

Intervention du public :

C'est ce que je voulais faire remarquer. C'est que l'intelligence humaine, elle est bien supérieure. Ce sont ceux qui conçoivent ce genre de machine avec justement ce qu'il faut d'intelligence artificielle pour arriver à aller plus loin. Je crois qu'on en est là. Et

pourtant, si on lit la presse et si on écoute un peu ce qui se passe aux États-Unis, c'est le contraire qu'on essaie de nous faire passer. Que ça soit, moi, j'étais à l'Académie des sciences morale et politique pour écouter Peter THIEL par exemple ou je regarde ce que le grand continent publie sur les Américains et la peur de l'apocalypse qu'on nous envoie. Qu'est-ce que vous en pensez ? C'est politique tout cela.

Bertrand RONDEPIERRE :

Alors vous comprendrez que ce n'est pas trop ma place de m'exprimer sur ce genre de choses. Ce que je peux dire par contre, là où j'émettrais une nuance, c'est que quand on regarde les directions sur lesquelles les grandes puissances sont en train de développer des technologies, on voit bien qu'on a besoin d'une certaine dose d'autonomie. Alors supérieure aux humains ou pas, ce n'est pas la question, mais au moins une certaine dose d'autonomie qui permettent à des machines de mener une opération de façon autonome. Je vais vous donner un exemple. Le cas un peu basique, mais qui n'est pas si simple que ça, c'est l'alliance drone de frappe, drone de reconnaissance. C'est-à-dire qu'il n'y a pas de télécommande sur le terrain parce qu'il y a plus d'ondes électromagnétiques. Donc pas de possibilité d'un humain qui valide quelque chose à terme. Et donc vous avez besoin en amont de prédéfinir la cible. Vous envoyez un drone de reconnaissance qui va retrouver la cible un peu tout seul et qui lui, va piloter directement le drone de frappe qui le suit derrière pour ensuite frapper. Et donc là pour le coup, on voit bien qu'il y a une boucle de décision où il n'y a pas d'humain. Et l'humain, il était avant, il était dans la conception, il était dans la programmation de la frappe et là, on a besoin de donner des garanties. Mais il y a quand même une dose d'autonomie qui fait qu'il y a une boucle locale de décision, intelligente ou pas, mais qui existe. Et donc je pense que c'est là où les puissances ont un enjeu, c'est rendre ces choses-là de plus en plus intelligentes et les massifier. Parce que ce que je décris avec deux drones, le but, nous compris, c'est de le faire pour 10, 100, 1 000 drones à la fois et là, c'est un sport un petit peu différent d'un point de vue technologique.

Cécile PELTIER :

Juste pour qu'on vous resitue, vous voulez bien juste vous présenter ?

Intervention du public :

Laurence DEVILLERS, professeure en IA à Sorbonne Université et chercheur au CNRS.

Intervention du public :

Pierre TRAINEAU, j'ai travaillé dans l'entrepreneuriat coopératif pendant des années, sujet que j'explore aujourd'hui. Une question à Philippe CLERC concernant le triptyque dont il parlait qui était le triptyque d'autrefois : la concurrence, conflit, coopération, qui est remplacé par compétition, contestation, affrontement. Ce qu'on constate, c'est donc le remplacement de coopération par affrontement. Deux questions.

La première, qu'est-ce qui fait selon vous que coopération a disparu, remplacé par affrontement ? Et la deuxième question qui me semble encore plus intéressante, selon vous quels seraient les éléments pour que coopération revienne dans le triptyque ?

Philippe CLERC :

Il a disparu parce que le monde est devenu plus dangereux. C'est cette fameuse fragmentation dont on parle aujourd'hui. C'est-à-dire le nouvel ordre du monde avec des blocs. D'aucuns vont parler des empires qui sont une vraie réalité et des stratégestes, je pense à Richard D'AVENI, stratégeste américain qui écrivait *La guerre des capitalismes* en 2012, expliquait déjà cette fragmentation, c'est-à-dire l'ordre occidental contesté avec la montée en puissance de ce qu'on appelle le sud global, mais maintenant rejoints par les États-Unis. Donc cette fragmentation fait qu'on a la coopération, ce qu'on appelle dans les relations internationales les dynamiques multilatérales, ont disparu. Ce sont des affrontements. C'est Graham ALLISON qui nous réveille et qui dit « Attention, le monde ce n'est pas la sphère, la sphère unipolaire américaine a disparu et nous entrons dans un monde où ce sont de multiples sphères d'influence qui sont à l'œuvre. » C'est quoi les sphères d'influence ? Ce sont des zones géographiques, du pouvoir sur des activités, des filières. On le voit bien dans le domaine de l'intelligence artificielle sur les agents et la guerre des semi-conducteurs. Voilà pourquoi on cherche partout le lieu où se feront les arbitrages.

Et en souveraineté, cela veut dire qu'on est dans des souverainetés d'arbitrage. Il faut qu'on regarde si on peut dans les conflits actuels, puisqu'il n'y a plus la coopération, regagner des marges d'autonomie décisionnelle. Et c'est ça qui crée, qui redéfinit la souveraineté.

Et puis comment retrouver la coopération ? Peut-être par ce phénomène qui est un peu un mouvement brownien des alliances ou des coalitions qui se font. C'est-à-dire de revenir à des logiques beaucoup plus territoriales. Et je lisais des analyses qui nous proposaient de dédiplomatiser les relations, de sortir de l'institution et de remettre les organisations humaines dans ces dispositifs. Alors face aux hégémons et à ces batailles qu'on évoquait, titanesques, ces nouveaux titans industriels qui sont en train aussi de donner le pouvoir aux algorithmes qui changent, c'est Michael LAINE qui l'explique très bien, qui change notre vision de la réalité. Le combat va être rude.

Intervention du public :

Et est-ce qu'il ne faudrait pas que l'académie de l'intelligence économique devienne aussi intelligence économique et sociale et environnementale ? Quel est votre avis là-dessus ?

Philippe CLERC :

Elle a gardé l'acception. C'est la doctrine française qui parle d'intelligence économique, mais elle est très sociétale et nous travaillons beaucoup avec nos amis suédois qui ont imaginé dans les années 70, *Social intelligence*, l'intelligence sociétale, qui permet d'englober une intelligence de situation qui intègre les problématiques sociales humaines, la communauté de destin qui est la planète. Donc c'est tout à fait intégré et nous travaillons sur le concept de monsieur POLANYI au réencastrement des problématiques économiques dans la réalité sociétale. Mon ami CARDINI, qui nous représente en Bretagne, travaille beaucoup sur cet aspect, notamment sur la réindustrialisation, d'intégrer les problématiques sociales et solidaires.

Intervention du public :

Nicolas COURTY, chercheur en IA à l'UBS. Ma question, elle s'adresse à Bertrand RONDEPIERRE. Est-ce que l'AMIAD s'est dotée d'une doctrine spécifique pour gérer la dualité défense, attaque ?

On sait bien que tout ce qui sert pour la défense avec des buts relativement louables peut servir aussi à améliorer des systèmes d'attaque. Et on voit aussi que dans un contexte d'instabilité politique globale, les démocraties de maintenant peuvent devenir les régimes totalitaires de demain.

Comment est-ce qu'on peut se prémunir d'usages éventuellement nocifs des technologies que vous pouvez développer à l'AMIAD ?

Bertrand RONDEPIERRE :

Il y a deux choses. La défense, nous sommes les spécialistes des trucs qui rentrent, mais qui ne sortent pas. Donc, en théorie, ce qu'on fait n'a pas vocation à sortir. Après, je pense qu'il y a une différence assez majeure en matière d'IA, c'est qu'aujourd'hui, ce n'est pas la défense qui pousse la technologie. Je veux dire, moi mon enjeu, c'est plutôt de me l'approprier, de la militariser plutôt que de la créer. Donc, aujourd'hui, on n'est pas dans une situation où ce sont les ministères de la Défense qui sont en train de pousser de la technologie vers l'extérieur et plus de nocivité. Je pense que l'enjeu, c'est plutôt comment on contrôle et comment on évite à l'IA d'émerger de façon débridée dans le reste du monde. Mais quand les LLM sont sortis il y a quelques années, le premier truc, je me souviens quand j'étais chez Google, c'était « Mon dieu, on va massifier les campagnes de spam téléphonique, mail et cetera. » Alors ce n'est pas une question de défense, c'est une question qui est en réalité plus économique, guerre, ce qu'on veut, et très loin des applications qui nous concernent.

Donc déjà nous ce qu'on fait, c'est sur nos réseaux en interne, donc ça ne sort pas de chez nous et sinon ça s'appelle de la violation du secret de la défense nationale. Donc c'est encore une autre gamme de problèmes. Donc ce qu'on fait ne sort pas. Ensuite ce qui arrive plutôt, ce que j'essaie de faire sortir plutôt de chez moi, ce sont les trucs qui

sont plutôt utiles à l'état. Je vais vous donner un exemple. L'IGN qui fait de l'analyse pour l'imagerie satellitaire. On développe des algos qui ne sont pas forcément beaucoup plus malins que les autres, mais on les développe sur des données qui sont un peu plus intéressantes que la moyenne des créateurs d'IA dans le monde. Donc on essaie plutôt de reverser les trucs utiles aux autres ministères quand c'est possible. C'est en fait assez rare la liste des trucs chez moi qui ne sont pas sortables parce que, oui, parfois, ils sont trop spécifiques, ça n'intéresse personne, mais il y a plein de choses qui sont plutôt à verser au bénéfice commun, et même des choses beaucoup plus basiques. Je m'intéresse à la transcription parole, texte, mais plutôt pour tout ce qui est communication radio militaire, ce qui est un truc un peu particulier. Moi si ça peut servir au quai d'Orsay ou à l'intérieur pour faire la même chose pour leurs besoins internes, c'est très bien. Donc là, c'est plus une logique de repartage en interne de l'État.

Et dernière chose sur la doctrine interne, par contre là où on a une attention particulière, c'est la façon dont on conçoit les systèmes et en fonction du niveau de criticité, on a une approche différente. Le Chatbot du quotidien, ce n'est pas un enjeu de criticité extrêmement important. Par contre, je parlais tout à l'heure sur la robotique de combat. Là, pour le coup, on commence à avoir des démarches beaucoup plus élaborées d'un point de vue ingénierie et technique, facteur humain et cetera.

Donc on étudie typiquement tout ce qui est sécurité, sécurité du système de formation, sécurité de l'IA, ce qui est assez classique. On étudie les facteurs humains parce qu'on imagine aussi que le jour où la technologie ne marche pas, si l'humain, comme le GPS, ne sait plus lire une carte, on a un petit problème d'un point de vue défense. On étudie aussi tout ce qui est *red teaming*, c'est-à-dire que si jamais on avait telle chose en face, qu'est-ce qui se passerait ? Donc on a une énorme démarche de construction de : quel est notre modèle ? Quel est le modèle des autres ? Comment on construit ? Comment on s'en prémunit ? Et ça, c'est d'abord au bénéfice de la défense, mais c'est aussi collectivement pour avoir des moyens et essayer d'imaginer le type de menace qu'on a en face.

Conférences de l'après-midi :

Conférence 1

Olivier WONG-HEE-KAM - Président de VP-Num et porteur du projet RAGaRenn

Cécile PELTIER :

Olivier Wang est porteur scientifique du projet RAGaRenn et lauréat de l'AMI démonstrateur numérique dans l'enseignement supérieur. Il est vice-président en charge du numérique pour l'université de Rennes et président de l'association **VP-Num** qui regroupe les vice-présidents du numérique de l'enseignement supérieur. Depuis 2024, il s'est investi sur les enjeux liés à la cybersécurité, à l'IA, à la mutualisation et ce qui contribue finalement à une vision stratégique de l'IA générative et de l'IA de manière globale dans l'éducation, l'enseignement supérieur.

La conférence qu'il va nous proposer porte sur l'expérimentation RAGaRen, qui a démarré en 2024, ainsi que sur le projet de **Fédération ILaaS**.

Olivier WONG-HEE-KAM :



J'aimerais revenir sur les questions de souveraineté, de sécurisation et d'impact environnemental, trois sujets qui me semblent étroitement liés. Je ferai sans doute

beaucoup écho aux propos de Lou Welgryn, en essayant de trouver des réponses aux questions qui ont été posées.

Avant de rentrer dans le vif du sujet sur « Qu'est-ce qu'on a fait pour répondre à ces enjeux-là ? », je vais reposer les visions de ce que sont ces derniers.

Je vais commencer par la souveraineté numérique. Je vais m'inscrire dans la définition qu'ont eue les directeurs successifs de l'ANSSI (l'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information de l'État), comme étant la capacité, pour nous, de faire des choix technologiques. Cette capacité-là va s'exercer à différents niveaux.

Le premier niveau est le matériel. Il s'agit du niveau le plus important mais que l'on oublie souvent, celui-ci étant en contrecourant des discours marketing. Sur le matériel, beaucoup de la propriété intellectuelle dépend des acteurs étatsuniens. De plus, la fabrication est globalement située en Asie. Prenez votre ordinateur, votre téléphone, le vidéoprojecteur, l'écran. Probablement qu'ils dépendent tous d'acteurs qui sont extra-européens.

[Diapo 1]

Sur les logiciels et les services, le marché est plus mondial. Et ce qu'on peut voir ici, c'est globalement qu'on reprend une cathédrale logicielle, qui est le monument moderne aujourd'hui dans l'industrie logicielle. C'est que peut-être là tout en bas il y a quelqu'un qui code une toute petite librairie qui génère des clés de chiffrement essentielles à tous les services numériques d'aujourd'hui. Et le jour où cette personne-là, qui fait ça depuis 20 ans de façon totalement obscure au fin fond du Nebraska, arrête de le faire, tout peut potentiellement s'écrouler. On est donc bien dans cette question-là de la dépendance en termes de chaîne logicielle et matérielle qu'on va essayer de maîtriser de façon générale.

Cela a été bien compris par les acteurs de l'industrie, dans le sens où toute une économie s'est bâtie autour des GAFAM. Ils font en sorte de capter les capitaux par le biais des usages, ce qui va permettre de maîtriser cet ensemble de dépendance global. Pour nous en tant qu'université, la maîtrise de ces dépendances-là est un enjeu essentiel, comme pour tous les autres acteurs de la société civile économique. Un autre enjeu important, au cœur des valeurs de l'université, est la question de la répartition des valeurs. Quelque part aujourd'hui, sur l'IA générative, on voit ces enjeux-là de dépendance se déplacer sur la maîtrise des données et l'accès à la technologie en elle-même, puisqu'elle est très captée par quelques acteurs mondiaux.

[Diapo 2]

Je les ai resitués ici sur le graphique. Les couleurs représentent les différents éditeurs qui sont leaders sur le marché. En ordonnée, le niveau de performance est atteint par leur modèle de langage phare. Le temps en abscisse nous permet d'observer l'évolution

dans le temps des performances des différents modèles de langage d'IA génératives, des LLM.

En considérant la publication du modèle GPT-3.5 de ChatGPT comme un temps zéro, on peut considérer qu'il s'est passé à peu près 9 mois avant que des compétiteurs ouverts, Meta en l'occurrence, publient un modèle qui s'appelait et qui s'appelle toujours Lama, de niveau égal mais que l'on peut déployer sur ses propres infrastructures. Cette temporalité-là s'est un peu accélérée.

Alors forcément, on se focalise beaucoup sur leurs données en se disant : « Oh là là, on atteint des niveaux stratosphériques en termes de performance. » Moi, ce que je trouve intéressant, c'est que l'écart entre le moment où un modèle propriétaire fermé apparaît et le moment où l'écosystème open source publie un modèle ouvert qu'on peut déployer nous-même et qu'on maîtrise mieux. En fait, il s'est resserré en 2024-2025. L'écart est de 3 mois entre, par exemple, DeepSeek, qui produit un modèle DeepSeek R1, compétitif par rapport à o1, un modèle d'OpenAI. Et aujourd'hui, quand on regarde ce qui s'est passé ces derniers mois, le niveau de performance est certes impressionnant, mais l'écart entre la publication des modèles ouverts, donc **là j'ai pointé ici le dernier, c'est le modèle de Kimi K2** qui est ici significativement proche en termes de performance absolue à une durée de publication de 3 mois.

Donc, je résume, vous attendez 3 mois et vous avez l'état de l'art mondial de la technologie de façon ouverte.

[Diapo 3]

Les acteurs économiques l'ont bien compris, puisque sur le modèle fermé, ils vont essayer de monétiser. C'est ce que je conçois dans l'économie numérique d'aujourd'hui : monétiser les investissements, rentabiliser les investissements plutôt en essayant d'assurer de la collecte de données comme on le fait d'habitude dans l'industrie, c'est-à-dire en profilant l'utilisateur.

Vous avez **ici un graphique de Surfshark** qui détaille finalement le type de données et la quantité de données collectées par les applications mobiles sur votre téléphone pour rendre le service. Je vous en parlerai par la suite puisque nous aussi on opère un service d'IA générative pour nos personnels, rigoureusement pour votre service. Un login et un mot de passe est tout ce dont j'ai besoin pour vous rendre le service attendu. Tout le reste est probablement destiné à financer une économie, rentabiliser les investissements qui permettent d'arriver à ces modèles-là.

[Diapo 4]

Ces enjeux sont bien compris par le grand public. **En plus des biais et des problèmes sur les données en elles-mêmes, l'étude d'Ipsos de février 2025 cite les problèmes sur l'utilisation de la collecte de données personnelles.** À cette époque-là, il y a quasiment

un an, l'impact environnemental arrivait relativement bas dans les préoccupations, notamment dans les risques identifiés par les Français lors de ce sondage.

[Diapo 5]

Il est important de faire un focus sur ce point-là. Ici, j'ai représenté une valorisation boursière. Il s'agit du cours de l'action de Nvidia. On peut comparer Nvidia à ceux qui, pendant une ruée vers l'or, vendent des pelles et des pioches. En effet, ceux qui gagnent de l'argent pendant une ruée vers l'or ne sont pas les chercheurs d'or. Et s'il y en a quelques-uns, ils ne sont pas beaucoup. En revanche, ceux qui vendent du matériel à tous ces chercheurs d'or, à toutes ces firmes qui cherchent le Graal en matière d'IA générative, ils gagnent beaucoup d'argent. Et finalement, aujourd'hui, c'est Nvidia qui a gagné beaucoup d'argent.

[Diapo 6]

Ce qui est embêtant, c'est que Nvidia est avant tout un fabricant de matériel. Lorsque l'on regarde l'empreinte environnementale du numérique en France, on remarque que le matériel, les data centers et les cartes qui sont mises dans des data centers pour produire des services d'IA, ont considérablement augmenté.

On a quand même un très gros problème. Dans l'étude actualisée de l'ADEME sur les chiffres de 2022, une part de l'empreinte du numérique en termes d'impact carbone a énormément grossi. Pas tellement, parce que finalement on est passé à 50 % sur les terminaux. Je ne sais pas vous, mais entre 2020 et 2022, est-ce que vous avez jeté votre téléphone, votre ordinateur, etc. ? Est-ce qu'il y a moins d'appareils chez vous ? Probablement pas. Ni dans la société, ni dans les entreprises. Simplement, dans cette étude, on a inclus les usages dits importés. C'est-à-dire que quand vous déclenchez une vidéo sur un service qui dépend de serveurs étrangers, par exemple de serveurs américains, vous allez générer une empreinte carbone dans d'autres pays. Cet impact environnemental-là, dit importé, par vos usages en tant que Français, a été intégré dans l'étude. De ce fait, une part de data center grossit mathématiquement simplement parce qu'elle n'était pas prise en compte dans l'étude précédente. Le problème, à mon avis, c'est qu'on n'a pas pris en compte les nouveaux data centers sortis de terre depuis 2023 qui accueillent ces cartes que Nvidia a vendues depuis ces trois dernières années et qui vont probablement alourdir encore l'empreinte du numérique des data centers.

[Diapo 7]

Donc si je continue sur cette idée d'empreinte environnementale du numérique, on voit que l'utilisation aujourd'hui en termes de numérique est de 40 %. Si je passe rapidement sur les notions de cycle de vie, l'utilisation correspond à employer la technologie pour fournir un service. La fabrication, la distribution et la fin de vie sont l'autre pendant, ici en bleu clair. C'est 60 % d'impact. Ainsi, si l'on veut maîtriser l'impact du numérique, il faut avant tout agir sur les étapes de fabrication, de distribution et de fin de vie. Qu'est-ce

que cela veut dire, concrètement ? Une fois que le matériel est fabriqué, il faut le garder le plus longtemps possible, faire en sorte de prolonger sa durée de vie.

C'est d'ailleurs ce que l'on fait dans l'enseignement supérieur. En effet, dans le nouveau marché informatique que l'on a passé, la garantie par défaut est passée à 7 ans, ce qui permet de s'engager sur une durée de vie prolongée sur tous nos matériels.

[Diapo 8]

Ce sur quoi je mets l'accent, c'est le fait que le matériel ait été fabriqué. Ce dernier a alimenté massivement depuis 3 à 4 ans des industries qui ont construites des data centers pour accueillir ces matériels. Et globalement, le Shift Project estime qu'à l'horizon 2035, dans 10 ans à peu près, en raison de l'IA et en raison des cryptos dans une moindre mesure, on est sur un scénario tendanciel non pas de doublement de la consommation d'énergie mais probablement d'une augmentation fois 6 par rapport aux précédentes prédictions, uniquement si on continue sur le scénario tendanciel.

[Diapo 9]

Alors, je vais faire un petit parallèle, mais encore une fois, en tant que scientifique, ce n'est pas parce que les courbes se ressemblent qu'il y a une relation de causalité. Microsoft a déclaré que son empreinte environnementale, en raison de son IA, allait augmenter. Il n'y a pas de relation de cause à effet, mais l'on pourrait se dire que, par rapport aux trajectoires que Microsoft avait ambitionnées il y a quelques années de neutralité carbone à 2030, la neutralité carbone serait difficile à atteindre, mais que cela serait contrebalancé par les effets positifs de l'IA. Si je mets en parallèle les deux graphiques, je pense que cela mérite d'être questionné, d'être observé et j'appelle l'industrie à plus de transparence pour que l'on puisse le mesurer véritablement.

[Diapo 10]

En parlant de transparence, des chercheurs, notamment Sasha Luccioni qui travaillait chez Hugging Face, ont mis en évidence les impacts de l'IA générative en fonction des usages. Si on prend par exemple la génération d'une vidéo sur des modèles ouverts que l'on peut observer sur une infrastructure que l'on connaît bien : c'est 30 fois plus d'impact que la génération d'une image. Et la génération d'une vidéo a 2 000 fois plus d'impact que la génération d'un texte. Donc vous imaginez, vous tapez une requête de texte et pour générer un texte, vous faites ça 2 000 fois. C'est autant d'impact que de générer une seule vidéo. Par ailleurs, vous connaissez les controverses qu'il y a sur l'impact environnemental d'une requête texte tout court. J'invite tout le monde à se poser la question : quel est le service rendu par cette vidéo ? Et même : quel est le service rendu par les images qu'on va générer, sachant les impacts qui sont respectivement de trois ordres de grandeur, voire de deux ordres de grandeur au-dessus par rapport à un simple texte qui, peut-être, véhicule le même message ?

[Diapo 11]

Sur la question de la consommation d'énergie, nous nous sommes rapidement posé ce sujet-là d'enjeu, de se dire : « OK, peut-être que l'on se dit que ces modèles-là sont intéressants. » C'est une question, cela reste une question. À ce moment-là, on réfléchit à ce sujet en 2024 et je remets ce graphique-là, parce qu'en ordonnée, on a toujours les performances et en abscisse on a cette fois-ci le coût.

Vers la droite, c'est moins cher, c'est plus sobre, avec moins d'impact environnemental, moins de consommation d'énergie et moins d'argent dépensé par l'établissement pour déployer ces modèles.

Je pense que ce qu'on peut remarquer, c'est que les modèles dits *open weights*, c'est-à-dire des modèles ouverts que l'on peut déployer sur nos architectures, sont dans le quadrant idéal. En effet, ils offrent un très bon niveau de performance pour un très faible impact environnemental et budgétaire. Je reprends l'exemple de DeepSeek R1 que j'ai cité ici. Vous voyez, il est à cet endroit-là du graphique et finalement en valeur absolue, il n'est pas très loin en termes de performance d'o1 à l'époque. Si l'on regarde l'état de l'art en modèle ouvert aujourd'hui, qui est Kimi K2, et le groupe de tête sont des modèles qui sont sortis le mois dernier. Alors finalement, est-ce que l'on est très loin de ce que fait l'industrie ? Pas vraiment, à mon sens, encore une fois c'est une question d'interprétation.

On sait très bien que les *benchmarks* internationaux sont toujours sujets à controverse. Mais en pratique, on constate qu'il n'y a pas tant de différence entre ce qui est proposé en interne et au niveau commercial. On se dit que l'on a des modèles ouverts, la possibilité technique de les déployer, une certaine soutenabilité au sens où le compromis en termes de performance de prix n'est peut-être pas la meilleure performance ondes, mais on a une certaine diversité de modèles qui nous permet de pas être dépendant de cet acteur d'une part et surtout qui nous permet d'être opérationnel en couvrant différents cas d'usage.

Cela est au cœur de l'expérimentation que l'on a déployée. Pour se rendre compte des choses, il faut tester, il faut expérimenter, ce qui nous a conduit au bout des tests à mutualiser.

[Diapo 12]

Je vous remontre cette petite vidéo-là pour illustrer. Il s'agit d'une vidéo datant de 2024 dans laquelle je fais un test sur la carte KorriGo, en utilisant un modèle Mistral qui a été entraîné sur des données françaises. La carte KorriGo est nationalement connue, mais si vous n'êtes pas Breton, vous ne savez pas de quoi je parle. C'est une carte de transport qui sert généralement dans beaucoup de communes en France pour le métro, le bus, etc. Simplement, nous, à l'université de Rennes, on l'utilise aussi pour débloquent les photocopies. Elle sert aussi de carte d'étudiant quelque part. Ensuite, à partir de mon

système d'IA tournant en local dans mon université, sur mes data centers, sur mes serveurs, je vais lui poser la question suivante : « Comment utiliser ma carte KorriGo ? » Mais cette fois-ci, je le fais en mettant la documentation informatique destinée à mes personnels et à mes étudiants.

La réponse est alors tout à fait différente, c'est-à-dire que le système me répond qu'il faut associer à ma carte KorriGo mon compte informatique Sésame sur un copieur de la marque qui tenait le marché à ce moment-là (Toshiba). On obtient des informations beaucoup plus précises et contextualisées parce que je les ai adossées à ma base de connaissance interne dans mon établissement. Ce qui est important, c'est que je le fais entièrement moi-même. Ce sont mes GPU, ce sont mes serveurs et ce sont mes données. Si je coupe internet, tout marche. Je peux exploiter des outils d'IA de façon totalement sécurisée. **Si vous souhaitez accéder au service expérimental RAGaRenn, vous pouvez le faire à partir du QR code fourni.** On a ouvert depuis février 2025, dernier sommet pour l'action sur l'IA, l'accès à tous les établissements d'enseignement supérieur en France.

[Diapo 13]

Le service fonctionne même à l'international. On l'a testé avec des collègues canadiens. Mais évidemment, tout cela tourne sur les petits serveurs de Rennes. Alors, ne venez pas trop nombreux, comme je le dis souvent à mes collègues.

C'est pour cela que même si on a 4 449 inscrits, on a surtout 352 institutions à qui je dis à chaque fois : « Venez par groupe de 5 à 10. De cette façon, vous pouvez en parler à vos collègues. Et si vous avez envie de le faire, on vous accompagne volontiers dans ce chemin et on vous raconte tout ce qu'on a fait d'un point de vue technique. On vous raconte notre histoire, ce qu'on a appris au travers des différents ateliers sur le fait d'avoir accompagné les utilisateurs et d'avoir décidé avec eux. » On a mené beaucoup d'ateliers labellisés café IA pour prendre en compte les aspirations des collègues, comprendre leur préoccupation et se dire qu'on va déployer les modèles dont ils avaient envie, monitorer ce que les collègues voulaient voir et décider ensemble de notre destin.

Cette stratégie-là a une finalité assez simple : séparer les problématiques. D'une part, l'infrastructure, en s'assurant que le matériel corresponde bien à notre besoin. D'autre part, le service. Ici, un chatbot d'IA. Là-bas, un agent. On va faire en sorte de réduire notre dépendance et de réduire le collage qu'on essaie de nous imposer de façon verticale par des éditeurs tiers.

[Diapo 14]

On n'est pas les seuls à avoir fait ce chemin-là.

[Diapo 15]

On a cheminé conjointement avec des collègues de CentraleSupélec, qui ont démarré un petit peu avant nous. En réalité, on est de nombreuses universités à avoir fait cela. Simplement, moi, j'en ai beaucoup plus parlé que d'autres. Quelque part, je me fais le porte-parole de mes collègues. Et on s'est rendu compte que ces déploiements-là marchaient suffisamment bien pour que ce soit viable en termes de service, que l'on pourrait l'opérer, mais que c'était intéressant de mutualiser.

[Diapo 16]

Ces conclusions-là tirées courant 2024 nous ont conduit à mener un autre projet : un projet de mutualisation nationale pour mettre à disposition d'utilisateur de façon générale et un peu plus massive, passé un ordre de grandeur en termes de nombre de personnels.

[Diapo 17]

Ici, vous êtes l'utilisateur final et vous voulez accéder à un service. Typiquement, un agent conversationnel qui vous répond et qui travaille sur vos documents. Et nous, on s'occupe de la plomberie qu'il y a derrière et vous ne vous rendez pas compte qu'en fait vous vous adressez à quatre data centers qui sont mis d'accord pour répartir les requêtes. Parce que finalement, quand moi je suis en panne, c'est bien qu'il y ait trois autres collègues qui soient allumés et qui répondent aux requêtes. Quand moi j'ai par exemple tel ou tel modèle, je peux le proposer à d'autres établissements, parce qu'eux ne le proposent pas. On peut se répartir le travail de façon collégiale.

[Diapo 18]

Ce qui nous permet globalement d'adresser cette problématique de tailler la bonne architecture : une architecture réellement utile, et de faire en sorte qu'elle soit utilisée par les bonnes personnes. En effet, le modèle que je propose peut être intéressant pour d'autres collègues qui ne l'avaient pas repéré dans un autre établissement. Il peut donc être réellement utilisable. Toute l'architecture vise une démarche de sobriété numérique vertueuse, dans le sens où l'on va adapter vraiment l'architecture en fonction des besoins.

Le but en faisant cela, et j'en ai parlé, vous aurez compris, c'est de maîtriser à la fois les questions de déploiement, maîtriser les questions de traitement de calcul qui se passent sur nos cartes graphiques et par incidence maîtriser les compétences. Pour faire tout cela, on s'est appuyé sur les compétences de l'IRISA, laboratoire de l'université de Rennes qui est une des huit tutelles et qui avait déjà des ingénieurs, des chercheurs, dont les compétences sont fondamentales pour pouvoir opérer ce type de système. Ils nous ont permis de le faire très rapidement et on continue à le faire. On continue à entretenir cette communauté, cette fois-ci, au niveau national. Parce qu'on partage ces pratiques de recherche, de préoccupation scientifique et de sécurisation, on arrive à un

niveau de sécurité global au niveau national qui nous paraît soutenable parce que ça s'inscrit tout simplement dans notre ADN, dans ce qu'on fait déjà auparavant.

C'est quelque chose qui est soutenu par le ministère. On a eu un budget depuis 2 ans pour mettre en place à la fédération et garantir un service minimal qui est hébergé dans des data centers labellisés au niveau régional. Cette architecture est fédérée. C'est un peu orthogonal à la notion de monopole centralisateur. On est plutôt sur une idée de producteurs locaux qui vont adresser leur population locale mais en travaillant ensemble. Cela nous offre beaucoup de propriétés de résilience, de robustesse, et c'est qui nous permet de proposer une offre de service assez riche, parce qu'on est tous complémentaires.

[Diapo 19]

Aujourd'hui, on propose de l'inférence en modèle de langage, ce qui nous permet de servir trente établissements. On sert quotidiennement 40 000 requêtes. On sert 130 services opérés dans les différents établissements au bout d'un an. On a lancé la deuxième phase du projet qui va nous permettre de passer à une échelle supérieure, probablement 15 nœuds de calcul en raison de l'engouement dans l'enseignement supérieur par rapport à notre architecture.

On propose de la transcription, notamment du vocal vers le texte, ce qui nous permet de rendre nos réunions et nos comptes rendus de réunion plus faciles à traiter. C'est aussi le cas pour nos vidéos pédagogiques qui nous permettent de générer plus facilement des transcriptions et des traductions en étant assisté par la machine.

Cette année, on lance un catalogue d'application qui recense différentes briques, au point de source ou non, à vocation d'utilité dans l'écosystème de l'enseignement supérieur de la recherche. Côté infrastructure, on s'occupe de faire en sorte que toute la partie authentification, hébergement, sécurisation, etc. soit la plus facilitée possible pour les différents établissements.

Pour moi, l'idée est de se dire que l'IA c'est une tendance de fond. On l'a vu au travers de l'historique adressé par Cédric Villani, **l'IA générative n'est pas nouvelle. C'est sans doute nouveau.** Mais je pense qu'il faut, comme beaucoup de collègues l'ont dit, s'inscrire dans une volonté réelle de démarche de sobriété numérique, comme pour tout le reste du numérique, et qu'on ait une stratégie de déterminer la vraie valeur ajoutée de façon communautaire. En travaillant ensemble. En décidant collectivement de notre destin par des initiatives de mutualisation comme celle-là plutôt que de se voir imposer des stratégies commerciales tierces.

Cécile PELTIER :

Qui veut poser une question à Olivier éventuellement ? Ça lui permettra de dire des choses qu'il n'a peut-être pas évoquées.

Personne :

Oui. J'aimerais savoir, au-delà de l'université, au niveau de l'entreprise par exemple, à quel niveau il peut être rentable de mettre en place ce genre d'infrastructure ? Est-ce que c'est possible pour une start-up, une PME ou pour un grand groupe ? Vous n'avez pas vraiment parlé des coûts. J'aimerais évaluer à quelle échelle il est possible de mettre en place ce type d'architecture.

Olivier WONG-HEE-KAM :

C'est un travail qui est en cours, c'est-à-dire qu'on est en train de dimensionner les coûts. Je ne peux pas vous apprendre grand-chose sur les infrastructures. Si j'ai un usager qui s'en sert une fois par mois, toute la machinerie que j'ai mise en place coûte très cher pour rien. Le nombre d'utilisateurs et ce qu'on en fait influencent beaucoup.

Par ailleurs, on essaie de modérer les usages. C'est-à-dire que j'essaie de dire aux collègues : « Faites des requêtes qui sont réellement utiles. Apprenez à échanger ce type de système. » On est dans un système où on va tailler l'architecture en fonction de ses besoins réels.

Pour répondre à la question sur le vol des entreprises, la direction générale de l'économie a publié un guide du RAG (*Retrieval-Augmented Generation*) qui permet de mettre en place soi-même ce type de système dans son entreprise. Il y a un écosystème qui se bâtit autour de maîtriser le déploiement de ce type de système de façon très sécurisée et aussi de l'offrir comme service en maîtrisant les dépendances associées. Il existe des guides ainsi qu'une offre d'accompagnement.

Cela n'est évidemment pas dans nos missions de l'université, même si on en a l'expertise et qu'on le fait pour nous-mêmes. Mais ce sont des choses qui existent, effectivement.

Cécile PELTIER :

Est-ce en open source ?

Olivier WONG-HEE-KAM :

En open source, oui. Et tout ce que j'ai déployé là est en open source. Le code qu'on a produit pour mettre en place la fédération, il est en open source aussi.

Par ailleurs, on est extrêmement rentable d'un point de vue économique, d'après les premiers indicateurs sur 2 ans depuis qu'on travaille sur le sujet. On est en dessous des coûts des *hyperscalers*. Si j'avais déjà fait la même chose chez un *hyperscaler*, ça m'aurait coûté sans doute entre 30 et 70 % plus cher avec beaucoup moins de maîtrise potentiellement sur la trajectoire.

Ce sont des choses qui évoluent en permanence parce que le matériel est en évolution. Si vous regardez l'actualité, tous les grands fournisseurs mondiaux produisent leur propre puce très optimisée pour les questions d'inférence et arrivent par des effets de volume à baisser énormément les coûts. Mais encore aujourd'hui, on est sur un seuil de rentabilité intéressant et qu'il faut au moins regarder.

Conférence 2 : « IA à l'interface entre recherche et industrie »

Luc JULIA - Expert IA

Billal CHOULI - HeadMind Partners



Cécile PELTIER :

Nous allons faire le point entre les enjeux de la recherche et la réalité pragmatique de l'industrie.

Luc Julia est un expert d'IA reconnu mondialement. Il a travaillé au MIT chez Microsoft. *Ayant été incubateur de start-up, Luc Julia a accompagné de nombreuses nouvelles start-ups.* Il a été l'un des cocréateurs de Siri il y a quelques années et il a travaillé dans l'industrie automobile chez Renault, notamment pour la mise en place d'un pionnier en intégrant un LLM spécialisé dans un véhicule.

Le message qu'il porte après tout cela depuis des années se retrouve dans quelques-unes de ses littératures sur le sujet et un appel à la vigilance et à la démystification, des thèmes qu'il a développés dans l'ouvrage : L'intelligence artificielle n'existe pas et dans l'ouvrage suivant : L'intelligence artificielle générative n'est pas créative.

Je voudrais tout d'abord revenir sur ces petites phrases qui peuvent paraître provocantes pour certains et qui sont pourtant d'une réalité implacable quand on vous entend. Vous

aimez surtout commencer vos conférences et vos interviews à casser le côté magique de l'IA et notamment l'IA générative.

Luc JULIA :

Je commence par dire que je suis fatigué par l'IA. Cela va faire quelques dizaines d'années que j'en fais, mais cela me fatigue que l'on emploie le terme « intelligence artificielle » à tort et à travers. L'intelligence artificielle au singulier n'existe pas. C'est Hollywood et c'est cette intelligence artificielle-là qui n'existe pas.

En revanche, il y a plein d'intelligences artificielles. On en a vu aujourd'hui. On a vu des applications et on en verra des applications encore. Les termes comme *machine learning* ou *deep learning* ou IA générative, sont des termes qui sont beaucoup plus adaptés que l'intelligence artificielle. Tout ce que je veux dire, c'est qu'à la fin, on va considérer que ce ne sont que des outils et que ces outils sont, par définition même de l'outil, utiles dans des domaines particuliers.

Ce qui n'existe pas et ce qui n'existera certainement jamais, c'est l'IA. Ce que l'on appelle AGI en anglais (*artificial general intelligence*). Donc l'IA générale, générique, celle qui fait tout et n'importe quoi, celle qui est plus intelligente que nous pour tout et n'importe quoi. Je ne sais même pas ce que cela veut dire d'être plus intelligent que nous pour tout et n'importe quoi. Je suis incapable de définir.

Cependant, quand j'entends dire que bientôt l'intelligence artificielle va être meilleure que nous, j'ai un scoop pour nous tous à cet égard : les intelligences sont déjà meilleures que nous. C'est pourquoi on les fabrique et c'est la définition même de l'outil. Donc on respire, on se calme et puis on peut parler maintenant des intelligences artificielles.

Cécile PELTIER :

Oui. Ou comme disait Cédric Villani précédemment, il parlait d'informatique avancé, il trouvait que le mot IA finalement était plus juste.

Luc JULIA :

Ou j'aime bien aussi le terme « intelligence augmentée. »

L'outil m'augmente, il me permet de faire mieux. Les IA ne sont que des assistants, dans des domaines particuliers qui me permettent de faire mieux les tâches qu'ils sont censés m'aider à faire. C'est tout.

Cécile PELTIER :

Quand on revient sur votre parcours, vous avez vraiment abordé cette technologie-là. Vous l'avez dit comme partie augmentée de ce qu'on peut faire mais qui vous a quand même permis d'arriver dans des fonctions. Si l'on prend Siri par exemple, vous disiez que c'était quelque chose que vous aviez inventé entre autres depuis très longtemps.

Luc JULIA :

Oui. Siri a commencé en 1997-1998, ce qui fait très longtemps. Cependant, ces technologies sont faites pour l'humain. *Lorsque moi, nous, vous, créons une IA ou l'un de ces outils, c'est à destination de vrais gens.* C'est cela qui m'intéresse, moi : faire des trucs pour les vrais gens. Ce n'est pas faire de la technologie pour faire de la technologie. S'ils l'utilisent, s'ils ne l'utilisent pas, cela va dépendre de la durée de vie de cette technologie. Mais c'est amusant de voir les vrais gens s'emparer de la chose et puis d'en faire ce qu'ils ont envie d'en faire.

Cécile PELTIER :

Billal Chouli est directeur IA au sein du cabinet de conseil **HeadMind Partners**. Il fait de l'accompagnement stratégique de clients avec leur projet IA. Son discours rejoint celui de Luc Julia, en particulier sur cette approche un peu pragmatique du fait qu'on a besoin d'application dans les entreprises pour faire, mais vous n'y mettez pas non plus évidemment une espèce d'auréole un peu magique qui va résoudre tous les problèmes.

Billal CHOULI :

Je suis entièrement d'accord avec Luc. Effectivement, on observe rapidement les limites de l'IA quand on veut aller vers de vraies applications sur entreprise. Ce que l'on essaie de faire, nous, c'est vraiment une hyperspécialisation de ces IA-là afin d'avoir un **ROI** (*Return On Investment*) intéressant sur une application, sur un process métier, et derrière finalement que cela soit adopté et que l'on passe à l'échelle.

C'est vrai qu'au quotidien, en fonction des cas d'usage que l'on identifie, que l'on structure avec les clients, on n'a pas besoin que d'une seule IA pour répondre à cette problématique-là. Finalement, c'est un enchaînement des différentes IA, chacune hyperspécialisée avec une verticalisation soit par le RAG (*Retrieval-Augmented Generation*), soit par d'autres technologies de verticalisation.

L'objectif est de vraiment contextualiser ces IA-là, de vraiment les verticaliser sur le sujet pour réussir à avoir des performances qui sont parfois au-delà de celles de l'humain. Par

la rapidité, par la capacité à traiter de manière standard des gros volumes de données, contrairement à l'humain où il y a quand même une baisse de performance en fonction de la durée de traitement. Mais je suis aligné.

Cécile PELTIER :

Vous recevez forcément dans votre cabinet des entreprises qui viennent avec des projets qui sont amenés à être développés, notamment à travers l'IA. On va parler encore avec vous de cette notion de silo et d'IA spécialisée. On va parler d'IA agentique, mais je vous laisserai développer cette terminologie-là. Cela veut dire que vous vous retrouvez aussi à faire un peu d'éducation à l'IA, de la culture auprès des entreprises qui arrivent avec : « Je veux un truc clé en main applicatif. » Est-ce que votre travail est également cela ?

Billal CHOULI :

Oui, complètement. Que ça soit en amont, que ça soit en aval. C'est-à-dire, en amont, on explique aux clients que finalement ce n'est pas une boîte magique. On n'arrive pas en faisant de l'IA, en résolvant le problème et c'est parti. Il faut expliquer que derrière, il y a des contraintes, une architecture, des infrastructures, des coûts et de l'impact sur l'environnement. On n'a pas arrêté d'en parler, il y a tout le travail de *fine tuning*, d'adaptation de ces IA. Il s'agit d'un process qui est assez complexe.

Ensuite, quand on a réussi à en faire quelque chose, il faut former les gens à travailler avec ces IA parce que ce sont des assistants pour les humains. Il faut accompagner de ce qu'on appelle le change, parfois même de manière assez drastique en changeant tout le process de l'entreprise sur telle ou telle tâche. L'IA, finalement, fait augmenter la productivité. L'IA verticalisé, j'insiste, fait augmenter la performance et il faut quand même accompagner l'humain à l'usage et à l'acceptation de ces IA-là.

Cécile PELTIER :

Pour aller dans des exemples très concrets, Luc Julia, comme vous avez travaillé le plus récemment dans l'industrie automobile et notamment pour Renault, savez-vous comment vient l'idée ? Puisqu'on a dit que l'IA générative n'était pas créative. C'est donc vous qui étiez créatif, en tout cas vous et vos équipes. Parlez-nous un petit peu de ce que vous avez mis en place, notamment pour cette automobile équipée d'un LLM.

Luc JULIA :

Avant de parler de l'auto elle-même et de ce qu'on a fait dans l'automobile, pour justement parler de la créativité et de comprendre que ces IA pouvaient être des outils extraordinaires pour améliorer notre créativité, je vais parler des designers.

Les designers, dans le métier de l'automobile comme dans plein d'endroits et dans plein de métiers, est un métier important. Designer est l'un des métiers dans lesquels on craint le plus les IA. Les designers s'étaient dit : « Oh là là, on entend partout dire l'IA créée, l'IA créée, l'IA créée » et ils pensés qu'ils allaient être remplacé. On leur a alors mis les outils entre les mains et on leur a dit : « Écoutez les gars, allez-y, regardez comment ça se passe, jouez avec. » Puis, ils se sont vite aperçus que finalement les IA elles-mêmes ne font rien toutes seules. Elles ne créent rien, elles n'inventent rien. Mais cependant, eux, en utilisant ces IA, vont pouvoir faire des trucs encore plus débiles que ce qu'avant. Je ne dis pas que les designers font des trucs complètement débiles, mais des fois on se demande. Ils ont donc pu exacerber leur créativité d'une manière absolument fantastique. Ils faisaient plus de brouillons, ils faisaient plus de trucs qui quelque part leur permettaient d'augmenter cette créativité, parce qu'ils faisaient des trucs dans des machins, et puis ils demandaient finalement à la machine.

Comme disait Olivier, il faut faire attention d'utiliser les machins parce qu'on les utilise pour faire n'importe quoi. Quand moi je vais dire quelque chose comme : « Génère-moi une Mona Lisa avec des moustaches », c'est complètement idiot et cela va faire péter la planète, mais je peux le faire. Cependant, l'idée même de la Mona Lisa avec les moustaches, c'est moi qui l'ai eue. C'est moi qui ai créé cette Mona Lisa avec les moustaches. L'IA va m'en générer autant que je veux parce que je vais pouvoir changer les prompts un tout petit peu, en la faisant plutôt photographique, en la faisant comme si, comme ça. Je vais donc travailler avec l'IA pour augmenter ma créativité.

Finalement, on se rend compte que ces IA ne créent rien et que ces designers vont utiliser l'IA pour être meilleurs. Comme ils nous l'ont dit, ils se sont aperçus que c'était exactement comme il y a 35 ans avec Photoshop. Je ne dis pas que c'est la même chose. Avant tu faisais des trucs utiles avec ton petit crayon et ton petit stylo et surtout papier. Aujourd'hui, les ronds sont plus ronds avec Photoshop. Pour faire une ombre, cela va plus vite de la faire avec Photoshop. Avant, tu t'embêtais à tout faire. Ils se sont donc dit que, finalement, l'IA n'était qu'un outil. Ce n'est qu'un outil et depuis on respire.

Cécile PELTIER :

Vous dites que les tâches dites répétitives que l'on peut automatiser libèrent notre temps de cerveau disponible pour de la créativité ?

Luc JULIA :

Il faut faire attention parce que ce n'est pas forcément un gain de temps. Quand je fais plus de brouillon, je ne gagne pas de temps.

Cependant, je pense qu'il y a fondamentalement un gain de qualité avec ces IA. Comme pour ce qui s'est passé avec Photoshop, quand je disais que les ronds sont plus ronds, c'est pareil avec ces images génératives concernant la qualité de ce qui est produit à la fin.

Le gain de qualité est quelque part un gain de productivité. Mais on voit, dans ceux qui ont réussi depuis les trois dernières années à montrer des cas d'usage, que c'est plus du gain de qualité que du gain de productivité.

Cécile PELTIER :

L'avez-vous constaté avec vos clients ?

Billal CHOULI :

Oui. À titre d'exemple, il y a un sujet sur lequel on travaille beaucoup qui est la conformité. C'est un travail un peu rébarbatif : lire beaucoup de documents, comparer avec des normes, des contrôles, des compagnies. C'est un peu l'exemple parfait pour le travail répétitif avec l'humain. On le fait une fois et après on n'a plus envie de le faire.

L'IA le fait parfaitement bien, notamment si vous avez un millier de contrôles. Elle le fait parfaitement du premier au millième contrôle. La qualité est parfaite et les réponses sont du même standard, de la première à la dernière. L'exhaustivité est aussi parfaite.

Luc JULIA :

Je vais juste nuancer le parfait parce que ce dernier n'existe pas en statistique. Je pense que l'on peut dire que l'IA est souvent bien meilleure que l'humain. Les qualités que l'on arrive à avoir avec ces outils sont meilleurs que nous. Pourquoi ? Parce que 95 %, 97 %, 99 % du temps, ils font les choses correctement. Nous, même si on est spécialiste, on lâche parfois l'affaire. Et quand on est à 95 %, on est à fond.

Billal CHOULI :

C'est vrai. On observe une réduction forte du risque opérationnel quand on utilise ces IA en particulier dans des domaines où la concentration et où l'humain est très *challengé* au cours du process.

Cécile PELTIER :

Dans l'industrie, l'usage de l'IA doit-il être encouragé sur certains secteurs ?

Billal CHOULI :

Oui.

Cécile PELTIER :

Faut-il réapprendre et remotiver les industries à libérer des ressources humaines pour d'autres tâches ?

Billal CHOULI :

D'autres tâches effectivement, ce que l'on appelle le change. J'apprends à travailler avec l'IA, je mets l'IA au centre parce qu'elle est source de productivité, de performance opérationnelle. Toutes les tâches d'analyse, d'interprétation et d'évaluation de stratégie sont réservées à l'humain. Elles le resteront jusqu'à présent.

Cécile PELTIER :

Si vous avez des exemples dans l'industrie, quels seraient-ils ? Tout ce qui est aussi réglementaire et législatif ?

Billal CHOULI :

Exactement. Le réglementaire, la législation sont parfait aussi. Étant en Europe, on est très réglementé. La réglementation en Europe est très mouvante et dynamique. Il faut sans cesse s'adapter et s'ajuster, et l'IA est faite et adaptée pour cela.

Un autre exemple qui illustre un peu le rôle de l'humain et de l'algorithme. Dans ce même cas d'usage de la conformité, je peux faire cette tâche de comparer une situation à un contrôle, à une règle.

Mais avant, je dois définir ce contrôle-là. Je dois en faire une transcription par rapport à mon entreprise. Et seul l'humain peut le faire. Il n'y a que l'humain qui peut le faire à date, de la bonne manière et adaptée à l'entreprise. Cela pour plusieurs raisons : parce que c'est important, parce que la réglementation touche l'humain et parce qu'il y a tous les

risques derrière. Quand il y a une erreur, c'est qui le fautif ? C'est l'IA qui a mal interprété ou c'est l'humain qui a mal prompté ? Il faut prendre en compte tout cela.

Luc JULIA :

Je pense que cela amène une chose. On entend souvent dans la jeune génération : « Je n'ai plus besoin de m'éduquer, je n'ai plus besoin d'apprendre le métier, je n'ai plus besoin de faire quoi que ce soit parce que l'IA va le faire à ma place. » Mais cela est une erreur monumentale.

Il faut faire super attention de pas tomber dans ce panneau-là. Effectivement, nous, les humains, allons nous spécialiser. Nous allons être plombier, boulanger, n'importe quel métier. Ce sont des métiers qu'il va falloir continuer à apprendre, parce que l'on va alimenter les IA, parce qu'à un moment donné, il faut quand même leur dire qu'il faut faire les trucs. Parce qu'elles ne vont pas les faire toutes seules. Encore une fois, rappelez-vous qu'elles ne sont pas créatives.

Dans le même sens, les IA vont aussi nous aider à mieux faire les choses. Ce n'est pas moi qui l'ai alimenté au départ. Les métiers et les compétences humaines vont continuer à être super importants, pour pouvoir potentiellement vérifier les IA, de sorte qu'on comprenne ce qu'elles nous sortent quand elles nous sortent quelque chose.

Lorsque l'on entend les pourcentages de pertinence de ces IA quand elles sont trop génériques, elles nous racontent n'importe quoi. Quand elles sont spécialisées, elles sont assez bonnes. Mais si je ne suis pas spécialisé dans la spécialité, je ne vais pas savoir si c'est bon ou si ce n'est pas bon. Il faut surtout continuer à apprendre, continuer à s'éduquer, parce que sinon on va créer une société d'idiots qui vont juste faire confiance à ces IA alors qu'il ne faut surtout pas leur faire confiance.

Cécile PELTIER :

On a l'impression que d'un côté, il y aurait l'IA qui serait peut-être très utile pour la partie col blanc, et puis à côté, pour l'innovation. Il faut de la créativité mais on a du mal à imaginer que l'IA est exemptée de cela. On est pour le fait d'aller dans l'innovation et dans la haute technologie, le high-tech.

Luc JULIA :

Oui, mais ce n'est pas que c'est toujours moi qui vais être créatif en utilisant des outils.

Je vais prendre par exemple l'exemple de la pharma ou de création des molécules et tout ça. On voit aujourd'hui que les outils qui nous permettent de créer de nouvelles

molécules fonctionnent à partir de règles que je connais, que je vais mettre dedans, qui sont des règles de la chimie que je comprends, et qui ne sont pas des règles autres que celles de la chimie. Mais ces outils vont traiter des montants de données et des complexités qui sont inabordables pour moi-même. J'utilise donc l'outil pour faire quelque chose que je sais possible mais qui est trop compliqué pour moi. L'IA ne va faire que pondre quelque chose que je vais forcer.

Il faut faire super attention aux mots. Les mots ont un sens. Quand on a appelé IA générative, autant on s'est trompé quand on a parlé d'IA, on n'aurait pas dû l'appeler intelligence artificielle. C'est complètement idiot. Maintenant, c'est dans le langage de tous les jours. On l'a appelé IA générative parce qu'elle génère. Elle ne crée donc rien.

Cécile PELTIER :

C'est étonnant de vous entendre avoir ce discours-là quand on sait par où vous êtes passé : par le MIT, par Microsoft, etc. J'imagine bien qu'ils ne sont pas tous consensuels sur votre état d'esprit. Qu'est-ce qui a fait que vous gardez ce petit pas de côté ? Parce qu'à côté de cela, on a une technologie ainsi que des leaders qui, au contraire, nous défendent que l'IA va changer nos vies.

Luc JULIA :

L'IA change les vies. Évidemment que le progrès change nos vies. Dans les métiers, les tâches changent et on va utiliser ces technologies pour le meilleur.

Comme je le disais précédemment, donner des technologies pour les vrais gens est ce qui m'intéresse. Évidemment, cela va faire quelque chose. Quelquefois, on se trompe, on fait des technologies qui ne sont pas bonnes, mais on s'en aperçoit souvent a posteriori. Et en général, cela permet de progresser.

Maintenant, si on rentre dans la tête des gens dont vous parlez, ceux qui poussent les technologies, qui nous racontent à peu près n'importe quoi sur les IA, parce que ce sont des logiques économiques.

Aujourd'hui, on parle de la bulle de l'IA générative : des gros LLM qui ne servent strictement à rien. Il faut redescendre sur terre. Il faut comprendre que lorsque la bulle va éclater, peut-être en 2026 ou en 2027, les IA verticales vont rester, tandis que les grosses IA de ceux qui sont dans cette course, les Musk et autres qui racontent n'importe quoi, elles vont péter.

Billal CHOULI :

On l'observe aussi dans le monde de l'entreprise. Les managers, les opérationnels et les leaders des entreprises sont bien conscients de cela. Quand on en parle avec eux, ils parlent de performance opérationnelle. L'idée, c'est d'aider les opérationnels à travailler plus, à travailler de la bonne manière, de manière efficace et à se focaliser sur des tâches à forte valeur ajoutée. C'est cela l'innovation et c'est très important.

C'est vrai qu'on essaie de travailler beaucoup sur cette verticalisation-là et on essaie de ramener du raisonnement dans ces IA-là. C'est très compliqué. En particulier sur les éléments de raisonnement mathématique, fiable, etc.

Cécile PELTIER :

Je suis obligé quand même de vous lancer la perche : quand on a effectivement des effets entre guillemets d'annonce d'un certain Breton, Yann Le Cun par exemple, sur les perspectives de l'IA.

Luc JULIA :

Mais ce que fait Yann Le Cun est intéressant. Depuis un petit moment déjà, il a évoqué que les LLM ne servaient à rien et qu'il fallait prendre une autre voie. Et il veut tenter une autre voie.

L'autre voie qu'il veut tenter, ce qu'il appelle les *word models*, va essayer de mieux comprendre le monde, et de pas être seulement basé sur les textes comme le font les LLM. C'est intéressant. Du point de vue purement de l'énergie qui va être utilisée pour agréger toutes les données de ce monde, cela peut être un peu compliqué et être beaucoup. On verra. Je ne sais pas et je n'ai pas tout compris à ce qu'il veut faire.

Il est cependant intéressant d'avoir un autre chemin. Je pense qu'il crée sa boîte qui s'appelle AML. Il la crée en France. C'est très bien. Pourquoi il a créé en France ? Parce qu'en France, on est les meilleurs.

Cécile PELTIER :

Cela revient à ce que vous disiez précédemment : l'IA générative génère, elle ne crée pas. Cela signifie que ce contenu nous appartient, à nous, humains. C'est du contenu qu'il faut aller mettre.

Luc JULIA :

C'est le contenu **essentiel**. Quand on parle de data, au fond, les datas c'est quoi ? C'est la météo, c'est ce qu'on fait, c'est ce qu'on dit. Les datas, c'est nous. Il n'y a pas de secret, elles ne sont que cela.

Quand on parle du *world model*, cela consiste à rajouter des datas contextuelles, des datas beaucoup plus fines, des datas qui ne sont pas seulement du texte mais qui sont aussi des vidéos, des machins, des trucs. Il veut rajouter plein de trucs et c'est pour une meilleure compréhension du monde. Théoriquement, c'est joli. Mais on verra si c'est possible pratiquement.

Cécile PELTIER :

Et utile ?

Luc JULIA :

Oui, on ne sait pas. Moi, tant que je n'ai pas une application, je ne peux pas dire, je n'en sais rien. Mais on va essayer et c'est bien qu'on essaie de faire autre chose. Il faut faire autre chose en ce moment.

Cécile PELTIER :

Je reviens juste sur le côté industrie, puisque c'était aussi le sujet de la table ronde. Quel est pour vous justement le champ des possibles dans l'industrie d'utiliser ces IA pour augmenter et pas forcément autre chose ? Par exemple, c'est vrai que vous le disiez sur la data utilisée pour un LLM dans une voiture, est-ce qu'il y a encore d'autres choses sur lesquelles on peut s'imaginer ?

Billal CHOULI :

Oui, on en a plein. Franchement, tous les industriels, que ce soit le financier, le retail, le luxe, les industries lourdes, etc., sont en train de se mettre à l'IA parce qu'il y aurait une plus-value.

Un agent est l'automatisation d'un process de manière plus intelligente et plus flexible avec ces IA. Cela permet un gain opérationnel et une réduction du risque qui sont monstrueux. De ce fait, toutes les entreprises sont en train de s'y mettre.

Avant l'IA, avant 2023, on travaillait dans les entreprises sur de l'IA un peu traditionnelle. Cela était plutôt prédictif, en prédisant par exemple la météo, l'indice boursier, etc.

Actuellement, 80 % de nos projets tournent autour de l'IA générative, parce que cela permet aux entreprises d'exploiter toute leur base de connaissance.

Il y a les datas un peu globales que l'on trouve sur internet, mais il y a aussi les datas des entreprises. Il s'agit également d'une mine d'or à exploiter. Grâce à ces IA, on peut les exploiter de manière à l'échelle, avec des applications à l'échelle. Ces IA peuvent traiter un gros nombre de datas rapidement. Elles peuvent avoir un fonctionnement plus performant qu'un humain, permettant soit de travailler de manière plus efficace, soit de changer la manière de travailler. Je pense que, comme le disait Luc, la bulle de l'IA va exploser d'ici 2026-2027, en particulier sur les verticalisations.

Luc JULIA :

Pour l'instant, on a seulement gratté la surface. On est maintenant à 3 ans de ces IA génératives, de leur compréhension et de leur arrivé. On commence à les comprendre.

On trouve toujours les cas d'usage dans le début du commencement. Quand vous voyez l'étude du MIT de l'année 2025 qui montre que 95 % des *quotes*, des concepts qui ont été faits entre 2023, 2024, et maintenant 2025, n'ont rien donné.

Cécile PELTIER :

J'allais vous demander par rapport à 2023, si l'on fait un petit bilan 3 ans après.

Luc JULIA :

Oui, cela a donné parce qu'on a fait des choses. On a tout de suite pensé au hype, qui était général. On voulait utiliser des trucs généraux.

Petit à petit, on commence à faire des trucs beaucoup plus pertinents et beaucoup plus verticalisés. On peut verticaliser dans n'importe quelle industrie. On va donc avoir ces petites IA plus frugales qui vont être aussi beaucoup plus sympathiques parce que je peux les faire à la maison au lieu de les faire dans le cloud. De ce fait, c'est peut-être aussi plus souverain de les faire chez soi. Surtout quand le cloud n'est pas à nous. On est donc en train de gratter la surface, mais cela ne veut pas dire qu'il faut utiliser aussi ces génératifs pour tout.

Il existe des vieilles IA, des vieux systèmes experts d'il y a 30 ans, des trucs qu'on peut continuer à faire avec des systèmes experts. Donc, on regarde, on se calme, on n'est pas obligé d'utiliser. On n'est qu'au début de l'utilisation de ces IA. Via les nouvelles générations, que ce soient les trucs de Yann Le Cun ou d'autres qui vont arriver, parce

que l'IA existe officiellement depuis 1956, donc depuis 70 ans. Cela monte et descend. De nouvelles IA arrivent régulièrement tous les 10 ou 20 ans.

Cécile PELTIER :

Vous disiez que c'était presque la mort annoncée des LLM et qu'on allait plutôt aller sur les *small language machine* avec des IA agentiques. Pouvez-vous nous expliquer un peu cela ?

Billal CHOULI :

Oui, en vulgarisant les petits LLM. Les GP modèles, GPT et les autres, sont de très gros modèles avec plus de 1 000 milliards de paramètres. Là, on s'intéresse à des petits modèles.

Pour moi, le petit modèle a moins de 10 milliards de paramètres. Comme disait Luc, les petits modèles sont plus faciles à traiter, à travailler et à verticaliser, c'est-à-dire à se spécialiser dans un domaine métier. La taille est très importante parce que plus la taille du modèle est grosse et grande, plus la quantité de datas nécessaire pour pouvoir entraîner ce modèle-là est importante. En entreprise, malgré qu'on ait beaucoup de datas, ce n'est parfois pas assez. Il faut donc choisir des petits modèles qu'on spécialise sur une tâche bien particulière.

Bien évidemment, ces modèles-là vont servir des plateformes agentiques. Une plateforme agentique est une plateforme qui permet d'orchestrer des tâches et de planifier des actions dans le temps. Par exemple, si vous lui dites que vous souhaitez réserver un voyage à Venise, celle-ci va planifier des tâches : un premier agent va aller regarder votre calendrier **en mode RAG** pour connaître vos disponibilités. Il va ensuite aller scraper sur internet le site d'Air France, voir quelles sont les petites tâches, qui sont un peu différentes les unes des autres, et à chaque fois il va planifier, orchestrer : « Je dois d'abord chercher la date de disponibilité, puis les vols disponibles, l'hôtel disponible et après j'agrège le tout pour donner un résultat. » Il s'agit de ce genre de plateforme.

Ces plateformes sont très puissantes parce qu'elles permettent de digitaliser un process, le Graal pour une entreprise. Un process complet dans lequel je mets de l'IA n'est pas juste un assistant : je pose une question, j'ai une réponse et après je dois utiliser cette réponse-là dans un process bien défini. Là, je fais tout le concept avec ces IA-là, un workflow complet et grâce à cette verticalisation-là, je suis sûr que le résultat va être fiable.

Parce que l'hallucination est l'un des gros problèmes de ces IA. Si à chaque fois je dois vérifier la fiabilité du résultat, cela perd un peu de son intérêt.

D'ailleurs, un petit problème observé dans ces plateformes agentiques est qu'elles sont très conservatrices. Je reste sur le même exemple, je vais à Venise. Vous réfléchissez, vous allez voir plusieurs sites. Cette intelligence-là consomme beaucoup de requêtes. Tout l'objet de la chose est d'optimiser ces requêtes-là, d'où l'intérêt d'utiliser des petits modèles pour baisser encore plus leur consommation.

Mais je pense que c'est l'avenir parce que les résultats, comme le disait Luc, quand on verticalise, les résultats sont là de manière opérationnelle et, se faisant, je peux m'attaquer à de vrais problèmes d'entreprise.

Cécile PELTIER :

Est-ce alors la mort annoncée d'outils hyper généralistes comme ChatGPT, un peu accessoire pour le grand public ?

Luc JULIA :

Oui, on s'est bien amusé avec. C'est la même chose que la mort annoncée du couteau suisse. Le couteau suisse ne sert strictement à rien. C'est joli, c'est rigolo, c'est marrant. On a 25 outils dans un petit truc, mais essayez de monter un meuble IKEA avec un couteau suisse. Il ne sert à rien. C'est pareil, les modèles ChatGPT ne servent à rien. Cependant, ce que l'on va faire sont des outils super spécialisés. Le tournevis, le marteau, la scie. Eux, ils servent à quelque chose.

Cécile PELTIER :

Et ça permet effectivement d'être plus frugal en son absence. Oui, le couteau suisse est un bon exemple. Est-ce qu'il y a des questions ?

Steven HELLEC :

Oui. Bonjour. **Steven Hellec**, Head of Data Science chez **Intescia**. J'avais une question. Je partage totalement vos constats. C'est-à-dire que, pour moi, l'IA ne va pas remplacer l'humain. Je le vois et l'utilise au quotidien dans mon entreprise.

En revanche, ce qui est évident sont les gains de productivité avec l'IA. Alors, est-ce que cela va supprimer des emplois ? Je ne saurais le dire. Par contre, **c'est à peu près sûr que**

cela va éviter certains recrutements. De ce fait, qu'en pensez-vous ? Comment notre société, à votre avis, va-t-elle évoluer ? Je voulais avoir votre opinion là-dessus.

Luc JULIA :

Alors, c'est une opinion. Je vais me référer à mon camarade **Philippe Aghion**, que vous connaissez tous, qui est le prix Nobel d'économie depuis pas très longtemps et qui est schumpétérien. **Schumpeter**, si vous vous rappelez ou si vous connaissez, c'est celui qui a théorisé sur ce qui s'est passé avec la révolution industrielle et qui a montré que la destruction créative d'emplois, de tâches à l'intérieur d'emplois, s'accompagnait toujours d'une hausse pour vous : une hausse des métiers, une hausse des emplois, et qu'il n'y avait pas vraiment de descente. La réalité est que pour ce qui est des emplois, je pense que fondamentalement l'IA générative ne va pas changer la course aux emplois.

Par contre, ce qu'implique votre question, c'est qu'on ne va pas employer des jeunes maintenant. C'est ce qu'on voit aux États-Unis aujourd'hui. On voit effectivement des chefs d'entreprise qui disent : « Je ne vais pas employer des jeunes parce que l'IA va le faire à leur place. » Ce que fait le stagiaire, l'IA va le faire à leur place. Effectivement, on voit qu'il y a moins d'emplois pour les gens qui sortent de l'école, ce qui est embêtant.

Mais c'est une bêtise, c'est mon opinion. C'est une bêtise parce que cette jeune génération est meilleure que la génération précédente pour utiliser l'outil, car ils ont baigné dedans. Cela peut être un argument, mais surtout le vrai argument pour moi est de dire que si ces outils sont là pour m'augmenter, ils vont être là pour augmenter aussi la jeune génération. Ainsi, la jeune génératio, au lieu de faire des photocopies pendant un an, va devenir plus rapidement performants dans la tâche dans laquelle on va vouloir les employer. L'outil va leur permettre de récupérer de l'expérience dans ce domaine particulier pour lequel ils sont embauchés. De ce fait, ils vont être plus rapidement opérationnels que ne l'étaient les générations précédentes.

On va s'en apercevoir. Pour l'instant, on est dans le flottement. Effectivement, il se passe cela aux États-Unis. Je ne sais pas si c'est comme cela en France ou pas. De toute façon, on va s'apercevoir rapidement que les experts qui sont également augmentés par l'outil, vont partir à la retraite. On va donc être obligé de remplacer cette masse salariale par ces nouveaux experts : la jeune génération, en l'occurrence, ceux qui sortent de l'école.

Cécile PELTIER :

Voici un horizon beaucoup moins bouché que ce qu'il n'y paraît. Cédric Villani, vous aviez une réaction ?

Cédric VILLANI :

Oui, une question pour Luc et pour Billal. L'un et l'autre, vous avez encadré des équipes de développement tech industriel dans beaucoup de projets et dans beaucoup de secteurs différents. Vous avez vu passer beaucoup de monde. Quel profil avez-vous eu l'occasion d'encadrer ? Quel type de formation ? Quelle conclusion en tirez-vous sur les animations d'équipe ? Qu'est-ce qui marche ? Qu'est-ce qui marche bien ? Quoi pour l'avenir ?

Luc JULIA :

C'est une super question et moi je dirais de ne rien changer. C'est ce que je disais un peu tout à l'heure à propos de s'éduquer et de continuer à apprendre les métiers, parce qu'il ne faut surtout pas dire que l'IA va le faire à notre place. Il faut donc avoir des profils spéciaux.

Par exemple, je n'aime pas ce que j'ai entendu en France il n'y a pas très longtemps qui consistait à dire que l'on va apprendre l'informatique à l'école. Je ne sais pas ce que cela veut dire d'apprendre l'informatique et d'apprendre l'IA à l'école. On s'en fout. Apprenons les maths. Apprenons le français. Apprenons la philosophie. Apprenons l'histoire, la géographie. Exactement ce qu'on ne fait pas aux États-Unis.

Aux États-Unis, on est mono éducation. Ici en France, vous avez la chance d'être polytechnique, ce qui est extraordinaire dans l'éducation française. Certes, on laisse certainement des gens sur le côté pendant l'éducation, mais nos élites, vous, les élites qui sont ici dans les universités, on est extraordinaires parce qu'on a fait de l'histoire, parce qu'on a fait de la géographie, parce qu'on a fait de la philosophie et donc on se retrouve finalement à avoir cette polytechnicité qu'il ne faut pas le changer. En effet, c'est ce qui nous a valu dans la Silicon Valley d'avoir ces dizaines de milliers d'ingénieurs français qui sont *successful* parce qu'on est français, parce qu'on est éduqué comme ça. On est les meilleurs du monde. Il faut le dire, il faut se le répéter, il faut arrêter de se flageller.

Donc, ne changeons rien. Enfin si changeons, revenons à quelque chose qu'on faisait peut-être il y a quelque temps, à être sûrs qu'on apprend la polytechnicité et pas à faire des choses trop particulières en disant : « Il faut qu'on fasse des personnes qui vont faire de l'IA. » Faire de l'IA ne veut rien dire.

Billal CHOULI :

Je suis entièrement d'accord. Nous, on emploie que des ingénieurs et des PhD et c'est très important de connaître les maths qu'il y a derrière pour rentrer dans le détail du

modèle pour le verticaliser, le paramétrer et l'adapter. Cette clé, je suis sûrement d'accord qu'il ne faut jamais...

Luc JULIA :

L'histoire, l'histoire et la géographie.

Billal CHOULI :

L'histoire, je ne vois pas le lien.

Luc JULIA :

Mais si, tu vois le lien. Je t'explique. Le lien, le problème, c'est que quand tu es aveuglé par une nouvelle technologie, ce qui se passe en ce moment avec les IA génératives, tu te tournes et tu regardes l'histoire. Tu regardes ce qui s'est passé ces 70 dernières années, et tu vois que, finalement, c'est la répétition encore une fois. C'est la courbe de **Gartner**, c'est le **hype** et puis après c'est la déception, avant qu'il y ait un rebondissement et qu'on arrive à en faire quelque chose. C'est cela l'histoire. Et c'est aussi un peu la philosophie.

Conférence 3 : « IA interface entre recherche et développement artistique/personnel »

Laurence DEVILLERS - Sorbonne Université

Marie-Paule CANI - École Polytechnique et Académie des Sciences

Cécile PELTIER :

On va continuer sur le sujet de l'interface entre recherche et développement artistique et personnel. On va partir de l'idée que l'IA n'est pas juste un modèle, mais une interface. Cela sera notre sujet. On se trouve finalement face à plusieurs interfaces quand on parle d'IA. On parle de l'interface technique avec l'outil, de l'interface d'usage avec l'expérience, on en a vu aussi quelques-uns. Et puis parfois aussi de l'interface relationnelle.

Marie-Paule Cani est enseignante-chercheuse en informatique graphique 3D, professeure à l'École polytechnique. Ses travaux se concentrent sur la modélisation et l'animation des mondes virtuels. Elle est également membre de l'Académie des sciences et délégué de la section des applications des sciences. Elle a reçu de nombreuses récompenses, tel que le prix Irène-Joliot-Curie, notamment du mentorat pour vos actions en faveur des femmes, puisqu'elle milite pour renforcer les positions des femmes dans le milieu scientifique et inciter les jeunes filles à s'engager dans des formations scientifiques et techniques.

Marie-Paule Cani, pouvez-vous nous expliquer plus en détail le corpus de votre enseignement ? À la suite de cela, on verra en quoi cet outil nous aide à la cocréation avec l'être humain.

Marie-Paule CANI :

Mon domaine de recherche est l'informatique graphique 3D. C'est-à-dire, tout ce qui est création d'objets virtuels qui sont pour l'instant imaginaires mais qui, peut-être dans le futur, vont être fabriqués. Sinon, s'ils ne sont pas fabriqués, peut-être qu'ils vont nous servir à raconter des histoires. Ce domaine s'applique à toutes les industries qu'on appelle les industries culturelles et créatives et aussi au prototypage.



Dans toutes les formes d'industrie pour la conception assistée par ordinateur de toutes sortes d'objets et aussi pour la conception de bâtiments et pour l'architecture. Sans mon domaine de l'informatique graphique 3D, l'humain ne saurait pas créer. Ce n'est pas pareil que l'imagerie, ni que la vision par ordinateur. On ne veut pas reconstruire quelque chose qui existe. On veut permettre d'offrir des outils de création pour que l'humain puisse inventer quelque chose de nouveau.

Le lien avec l'IA est que, dans mon domaine, je me pose la question suivante : est-ce que l'arrivée en masse comme une grande vague de l'IA générative va pas risquer de brider la créativité humaine ? Il y a un peu cette crainte que si l'on se repose sur l'apprentissage à partir de données existantes, y compris pour la création 3D, on soit amené à créer des objets qui se ressemblent tous un peu trop. Est-ce qu'il y aura le nouveau Picasso à l'heure de l'IA générative ? Est-ce que l'on préférera des films et des jeux vidéo qui sont créés par des humains ? Ou bien est-ce que l'on préférera avoir le N° épisode de *Friends* avec un scénario et des personnages qui sont créés par des IA sur la base des scénarios précédents ? Est-ce que l'on pourra encore inventer et raconter des histoires comme *Avatar* ou comme d'autres histoires pour faire passer des messages entre humains ? Ou est-ce que les humains vont se mettre à préférer des contenus créés par les machines ?

Alors, je suis tout à fait d'accord. Luc Julia m'a un peu devancé puisque je pense, comme lui, que l'IA est générative mais pas créative. On pourra le détailler séparément.

Cécile PELTIER :

Oui. Puis dire qu'il est vrai que quand on a préparé ce moment tout de suite, vous avez dit : « Moi, il y avait clairement une crainte face à L'IA, une défiance, plus qu'une méfiance, même une défiance sur la possibilité effectivement de cette cohabitation, cette possibilité de cocréer ou alors générer et créer plutôt avec l'être humain. »

Marie-Paule CANI :

Au contraire, je voudrais que ce soit de la cocréation. Un peu comme lorsque l'on improvise avec un autre instrumentiste, que l'on puisse s'inspirer de choses qui nous sont données très rapidement par l'IA, en pouvant copier-coller rapidement. En somme, avoir un outil pipette pour prendre un aspect de ce que l'IA nous propose et pouvoir le transposer à ce qu'on est en train de créer, au modèle qui est en train de se forger dans notre esprit.

D'après moi, la création est par essai-erreur. On n'a pas notre objet entièrement créé et conçu dans notre tête. C'est seulement à cause du retour visuel de ce qui commence à émerger, qu'on commence à voir, qu'on va mettre au point, finir de concevoir ce qu'on est en train de créer. Et c'est très important que ce soit progressif et que ça reste modifiable. Modifiable jusqu'au détail.

Il y a une idée qui n'a pas encore été évoquée : le fait du format. Le problème avec la création 3D faite par les IA est qu'elles ont un format bas niveau. Typiquement, si on reconstruit, pour ceux qui sont spécialistes, un volume par nerf, c'est-à-dire par modèle de voxel, d'un champ de vecteur dans des voxelles, ou bien ça va être non structuré. On a un très grand nombre de données. L'IA va facilement nous créer un très grand nombre de données non structurées, comme si on créait une image pixel par pixel si on était en 2D. Il est beaucoup plus difficile de la modifier que si elle avait été créée de manière vectorielle avec des grandes formes, comme un schéma que l'on va pouvoir déplacer.

C'est pareil, même quand on engendre des mouvements par IA. Si on utilise un modèle de diffusion, par exemple, pour aller engendrer un mouvement d'un personnage 3D animé, si ce n'est pas du marionétisme, un **rig** sur un squelette articulé, l'animateur qui a créé cela pour des effets spéciaux au cinéma ou pour du jeu vidéo ne pourra pas venir derrière et modifier. Or, peut-être qu'il aimerait se dire que ce personnage bleu dans Avatar marche à peu près comme cet humain-là dont je capture le mouvement, mais qu'il a telle particularité dans son mouvement qui n'existait pas.

Oon veut que l'IA nous crée, mais pour ce faire, il va falloir changer un petit peu les modèles d'IA de manière qu'ils nous permettent de créer des modèles structurés, donc compréhensibles et modifiables par les humains.

Cécile PELTIER :

Déjà beaucoup de choses effectivement. Donc nous avons une crainte d'uniformisation par un outil qui irait trop vite et ce cheminement créatif est aussi extrêmement important.

Laurence Devillers est professeur en intelligence artificielle à la Sorbonne Université. Elle est chercheuse en interaction affective humain-machine au LISN, donc CNRS. Et son expertise se porte notamment sur l'impact sociétal de ces technologies.



Laurence Devillers, l'IA générative a bousculé votre domaine en permettant de créer un environnement sémantique à partir du contexte. Vous disiez que cela participait à faire perdre une forme de connaissance, notamment sur l'encodage, qui a été fait manuellement et qui aujourd'hui a tendance à être fait automatiquement par l'IA. Quels ont été les impacts pour vous ?

Laurence DEVILLERS :

Il faut préciser. Je fais plutôt de l'IA prédictive, c'est-à-dire détecter des émotions dans la voix à partir par exemple d'indices multimodaux, donc visuel, audio et texte. Ces IA

génératives qui sont faites sur tous ces trois champs peuvent être utiles. Elles peuvent améliorer les capacités de mon modèle prédictif, **c'est-à-dire qu'elles encodent les entrées d'une façon à généraliser mieux que ce que je faisais avec des indices experts que je ne calculais pas à la main mais que j'allais chercher avec des procédés de calcul un peu sophistiqués sur les signaux.**

Première chose, l'IA arrive à apporter des informations que je ne voyais pas avec mon œil nu mais que même mes programmes sur le traitement du signal n'étaient pas capables d'aller chercher. Et ce qui se passe là est qu'on prend en bruit de force, c'est-à-dire à partir de l'image ou du son en entier. Le système est capable d'aller chercher des informations utiles. On ne le maîtrise pas. Il va falloir faire confiance à cette perception.

Par exemple pour les émotions, je ne sais pas quels sont les indices qui ont été perçus par la machine pour arriver à tel résultat. Il y a quand même un piège important : demain, la machine peut savoir plus de choses sur vous. Mais est-ce que c'est vrai ? Et est-ce qu'on va faire confiance à ces objets ? L'IA générative apporte en pourcentage de bénéfice et de performance, mais avec une machine qui n'est pas du tout transparente et qui, pour moi, devrait l'être beaucoup plus. On a tout un champ de recherche à faire sur ces sujets.

L'apport des outils est micro. C'est-à-dire qu'elle va chercher des amalgames de pixels qu'on ne voyait pas. Si je prends les radios de cancer par exemple, on peut aller détecter de façon plus précoce qu'il y a un risque de cancer. Et c'est macro parce que cela voit un nombre incalculable de données que le médecin ne peut pas voir tout seul. Il en est de même pour les émotions, cela permet d'aller voir des champs de données incroyablement grands.

Maintenant, si je reprends l'idée du médecin, ce n'est pas simple. Le système vous prédit par exemple à 67 % une malchance d'avoir un cancer. Qu'est-ce que vous faites de cette information quand vous êtes médecin ? J'ai entendu tout à l'heure que tu disais à Luc : « Les jeunes c'est super, ils vont apprendre plus vite. » Là non. Pour avoir vu des radiologues qui avaient 30 ans de cortège de femmes qui avaient les cancers du sein, lui, il était capable de dire : « Souvent, je peux dire c'est un faux positif, parce que j'ai l'expérience. » Mais les jeunes qui arrivent de médecine n'ont jamais travaillé avec ces outils, parce qu'on ne leur apprend à le faire dans leur éducation. Ils vont tout de suite prendre des biopsies, tout de suite penser qu'effectivement il y a une potentialité non négligeable. Ils n'ont pas un avis, eux, et c'est normal.

Il y a un temps en ce moment où on devrait comprendre que l'on doit travailler à plusieurs dans une interface de ces systèmes pour pouvoir mieux gérer la façon de répondre. En plus, la précision donnée par ces systèmes est de temps en temps biaisée.

D'autre part, quand je vois l'alignement des planètes que j'ai vu, où on essaie de comparer les différents systèmes, sachez que tous ces systèmes trichent. C'est-à-dire

qu'ils ont mangé les données d'évaluation pour la plupart et sont ce que l'on appelle contaminés. Cela veut dire qu'ils ont justes alors qu'ils ont appris par cœur, ils n'ont pas une capacité de généralisation.

Donc toutes ces facéties de tricherie, de tous ces objets, ou toute l'obscurité qu'ils contiennent, sont pour nous en recherche l'un des sujets monumentaux pour lequel on doit aller plus loin. On trouve des modèles mathématiques pour aller creuser sous le capot de la machine et essayer de détecter un peu plus de choses. De la même façon que tu dis pour la génération quand on m'envoie l'image toute faite et que j'ai juste accès au bas niveau, il me faudrait autre chose pour pouvoir l'exploiter derrière et rejouer avec, si ce n'est reprendre le prompt du début.

Donc non, on veut passer du prompt à la sortie, que ce soit pour détecter ou pour générer. Donc, on a encore beaucoup de travail, il me semble, avant de faire confiance à ces machines. En ce moment, on fait beaucoup trop confiance à ce qu'elles apportent.

Cécile PELTIER :

Il y a toute une partie un peu cosmétique si je comprends bien qui vient un peu nous brouiller effectivement la performance de ces machines.

Laurence DEVILLERS :

Ce n'est pas du tout cosmétique.

Cécile PELTIER :

Cosmétique dans le sens où ça donne l'impression qu'effectivement on est sur quelque chose de très clair, très juste et en réalité, comme vous le dites, la perception des émotions n'est pas si facile à modéliser.

Laurence DEVILLERS :

Oui, c'est très humain. Et puis cette machine, qu'est-ce qu'elle a ? Elle n'a pas de corps, elle ne ressent pas. Pour la plupart des outils, ils ne sont pas multimodaux. Dans la voix, j'en utilise deux : un sur la voix, un sur le texte, ce qui est déjà beaucoup. Mais il faudrait aussi avoir l'esprit et l'aspect visuel. C'est notamment ce qu'apporte Yann Le Cun en allant chercher des indices multimodaux dans l'environnement pour améliorer la perception de ces machines.

Mais je suis très mauvaise en perception. Mon cerveau n'est pas très bon, on le tient plus d'ailleurs pour la perception bas niveau. Je vous livre une expérience que j'adore. Une RC à l'IRCAM fait la chose suivante :

Un jeune veut tester la perception qu'on a de nos propres émotions. Il demande à un grand nombre de gens qui viennent enregistrer des corpus. Eux, ne comprennent pas quelle est l'expérience. Ils viennent enregistrer les corpus et ils sont payés pour cela. On leur présente d'abord une petite **échelle de Likert**, c'est-à-dire un truc continu de 1 à 7 ou 1 à 10 en leur demandant : « Est-ce que vous êtes heureux ? » qui positionne. Ensuite, ils font la tâche de lire le texte qu'on leur a demandé de lire. La moitié d'entre eux va entendre leur voix, l'autre moitié va entendre sa voix augmenter vers quelque chose de plus heureux. On améliore alors l'énergie, on montre l'énergie, le timbre, le rythme et ils ne s'en rendent pas compte. Après, on leur redemande s'ils sont heureux. Tous ceux qui ont été manipulés par leur voix elles-mêmes sont plus heureux. C'est utilisé maintenant pour l'anxiété.

Marie-Paule CANI :

S'agit-il de la Méthode Coué ?

Laurence DEVILLERS :

Complètement. Cela signifie qu'on n'est pas très fiable nous-mêmes en nous entendant. Donc imaginez devant les machines.

Cécile PELTIER :

Marie-Paule Cani, Est-ce que ça vous préoccupe aussi, cet usage, cette accélération de l'usage de l'IA dans le domaine notamment de l'éducation ?

Marie-Paule CANI :

Dans le domaine de l'éducation, j'ai créé un master en IA. On a l'école polytechnique, c'est le master de sciences et technologie IA et Visual Computing, qui s'appelle maintenant *Visual and Creative AI* et qui a pas mal de succès. On est sur deux départements.

Le département de MathAppli (Mathématiques appliquées) pour qu'ils comprennent les bases et les fondements mathématiques, les statistiques, pourquoi ça marche ou pourquoi ça ne marche pas, qu'est-ce qu'il y a vraiment derrière les modèles ?

Et le département d'informatique, par exemple, je donnais l'exemple de mon domaine de l'informatique graphique 3D. On continue à leur apprendre, à créer avec les anciens modèles pour qu'ils continuent à savoir comment c'est fait, ce qu'il y a derrière, etc., qu'ils continuent à voir les modèles structurés qu'il y a derrière.

On ne les met pas en face **de tiens, j'essaie juste les outils d'IA tiens, ça me crée ce modèle bas niveau et puis si je veux les modifier, je ne sais pas quoi en faire**. Parce que je pense que les gens qui ont cette double compétence vont pouvoir, plus tard, faire des choses et des outils qui seront encore plus utiles, des outils spécialisés éventuellement. Je crois beaucoup en mes étudiants.

Cécile PELTIER :

Et eux, prennent-ils le fait de pas utiliser trop l'IA comme une sanction ?

Marie-Paule CANI :

Dessiner l'IA générative de la première année, donc il n'y a pas de sanction. D'ailleurs dans mon cours de 2^e année qui s'appelle « Modèles procéduraux et créatifs en informatique graphique, » je leur demande de comparer. On doit créer un monde virtuel. Dans mon domaine de l'informatique graphique, c'est nous qui avons inventé le fait de créer par des croquis. Avant, on avait des modèles uniquement basés sur des connaissances qu'on mettait au point avec les scientifiques d'autres disciplines. C'était vraiment passionnant. Je pouvais créer les silhouettes de montagne et avoir un terrain qui monte épouser ces silhouettes avec les lois de l'érosion, etc.

Avec des croquis, on avait appris à créer des gestes de duplication de détail avec des sortes de pinces où l'on apprend en un instant sur un seul petit exemple. Avec un grand pinceau, on va peindre cet exemple cohérent sur toute la montagne. Mais si on a décidé que les éboulis sont l'endroit où il y a de la pente et que les arbres sont seulement là où c'est plat, quand je peins avec mon pinceau intelligent, il va garder cette contrainte parce qu'il l'a apprise sur le petit exemple. C'est de l'apprentissage temps réel. Un exemple de l'utilisateur.

Je leur fais donc comparer la création de mondes virtuels avec ces outils de l'informatique graphique et avec l'IA générative de maintenant pour qu'ils mettent côte à côte. C'est vraiment très enrichissant et intéressant. C'est la première fois qu'on a pu faire ce TP cette année parce que la vague de l'IA générative est arrivée dans le domaine de l'image 2D il y a 2 ou 3 ans. Les outils émergent et sont accessibles pour le 3D parce qu'ils n'ont pas réentraîné des modèles, ils ont utilisé et mis bout à bout des modèles existants. Cela arrive maintenant.

Par exemple, la génération d'une scène. On dit sur un prompt : « Je voudrais le bureau en 3D d'un professeur comme Harry Potter, ou je voudrais le salon d'un dentiste. » Cela va nous engendrer non seulement les objets mais leur placement dans une scène 3D. Cela commence à arriver sur le marché.

Cécile PELTIER :

Est-ce donc le geste créatif que vous leur réapprenez à apprendre ?

Marie-Paule CANI :

Je pense que le geste créatif est très important. Et si l'IA peut nous aider, c'est à interpréter les gestes créatifs de l'utilisateur, voir même s'adapter à un utilisateur.

Si l'on regarde la salle de conférence, imaginons que je vous ai tous modélisés. Si je faisais un geste tel que vous prendre et vous élargir comme ça, est-ce qu'il faudrait élargir chaque personne ou dupliquer les sièges et rajouter d'autres personnes qui m'écoutent ? C'est cela.

Je veux dire que si une IA intelligente doit comprendre des gestes de modification de contenu par des humains, il faut qu'on comprenne l'intention de l'humain. On n'exprime pas forcément cette intention par règle. D'après moi, pour apprendre la perception humaine et l'intention humaine, les modèles d'apprentissage d'IA peuvent être de bonnes aides.

Laurence DEVILLERS :

Sur l'intention humaine, oui, mais avec une certaine limite. C'est-à-dire que pour l'instant, si je reprends les propos de Yan Le Cun sur les LLM, c'est limité. Il propose donc un nouveau modèle.

On peut parler de CADMAN, l'aide à la décision, système 1, système 2. Le système 1 serait les LLM bas niveau. Et le système 2 serait le modèle du monde que veut créer Yann LeCun. Même si l'on met tout cela au point, il montrera encore la métacognition. C'est-à-dire que l'intention est aussi liée à des choix moraux, au fait de pas éviter une partie de ce qu'on a en mémoire pour décider autre chose. Et cela, les machines n'en sont pas capables. Je le dis aux traducteurs. Par exemple, des traducteurs se plaignent en disant qu'on aura plus de travail, mais ils en ont encore beaucoup. Parce que traduire Shakespeare par une IA aujourd'hui, ce n'est pas traduire Shakespeare dans le contexte où il était. La machine ne fait pas abstraction de cette mémorisation-là. Elle en est incapable. Alors que nous, on s'adapte, on reprend un contexte ou ce que l'on a imaginé.

On a une force d'imagination, de création et d'intention bien plus forte que ces machines.

Marie-Paule CANI :

Je suis entièrement d'accord. C'est pour cela que dans les systèmes de création qu'on essaie de mettre au point, il faut garder l'utilisateur au centre de la boucle. Qu'il puisse intervenir, qu'il puisse s'inspirer de ce qui est donné par l'IA, mais qu'il puisse surtout le modifier, le modifier de bas en haut ou le jeter.

Laurence DEVILLERS :

D'autre part, la cocréation. Je suis complètement d'accord si le but est d'aller, non pas contre, mais avec en comprenant et en ouvrant vraiment des mesures sur ces objets. Il ne faut cependant pas toujours dire que la machine est meilleure que nous. Ce n'est pas vrai. On a encore un champ de latitude énorme. Si je me réfère à Lacan, à Freud par exemple, même dans la langue, il y a des métaphores. Il y a des choses qu'on ne dit pas et qu'on dit dans les silences. Dans le vide, on dit des choses. La machine ne comprend rien.

Marie-Paule CANI :

Elle ne comprend rien. Tout ce qu'elle peut faire et là où elle est meilleure que nous, c'est pour dupliquer des détails.

Par exemple, je suis en train de sculpter un dragon. Je suis en train de créer chaque écaille une par une. J'apprends ce qu'est une écaille et dans un geste, je le répands sur tout mon dragon, puis cela va s'adapter à la forme du corps du dragon. Pour cela, la machine peut le faire plus vite que nous.

Ce qui est bien avec la machine est qu'elle se fiche de faire des tâches idiotes. Elle ne va pas s'ennuyer. Elle n'a pas de jugement sur les tâches qu'on lui donne. Alors, pourquoi nous, les humains, on laisserait les tâches créatives à la machine et on lui donnerait les tâches qu'on aime faire et qui donnent un sens à nos vies ? Pourquoi on les confiera à la machine ? Et nous, on ferait les tâches idiotes d'aller préparer les données, d'aller les formater et d'aller décider le nombre de couches d'un réseau de neurones. J'aime mieux comprendre le monde.

Laurence DEVILLERS :

Oui, je suis d'accord avec toi, mais dans l'éducation, c'est quand même important qu'on apprenne à répéter les choses. Même **Blaise Pascal** le disait. Même pour apprendre les mathématiques de haut niveau et arriver à Polytechnique, il faut rabâcher au début du calcul mental et avoir compris des choses qu'on va répéter. La répétition chez les enfants, ça fait aussi partie de l'apprentissage. La mémorisation soi-même avec son expérience propre fait partie de l'apprentissage.

Ce ne que sait pas une IA est assez drôle. Par exemple, au lieu d'aller chercher dans une tribune quelque chose que vous voulez faire, que ce soit réparer une machine à laver ou autre chose, l'IA va vous proposer des solutions en faisant un fourre-tout de différentes tribunes d'humains. Mais cela ne marche pas parce qu'elle n'expérimente pas ce qu'elle propose. Il n'y a pas de rapport concret au réel, à l'espace et au temps. Et ces IA sont un peu hors sol. C'est très bien qu'elle reste notre crayon, mais absolument pas notre esprit.

Marie-Paule CANI :

Je suis d'accord sur le fait qu'il faut différencier l'apprentissage de la création. C'est-à-dire que quand on apprend, on a besoin de répéter, même les tâches de bas niveau. Quand on crée, il faut le faire de manière que l'on puisse le faire progressivement. Quand on crée, on n'invente pas de but en blanc.

Laurence DEVILLERS :

Mais par contre, il y a quand même un aspect qu'il faut aussi rajouter. L'école doit prendre en compte le fait de revenir aux fondamentaux : mathématiques, langage, histoire, géographie. Mais aussi comprendre les concepts qui sont derrière ces IA sans programmer. Ce n'est pas la programmation qui va leur apporter un niveau suffisant de compréhension de ces objets.

On a donc une tâche à faire qui serait plus liée à l'éthique ou à l'interdisciplinarité. C'est-à-dire mélanger sciences dures et sciences humaines pour essayer de comprendre les conséquences, les biais insupportables. Les biais, il y en aura toujours. On n'aura jamais 100 % de réussite. Donc ne pas faire confiance à la machine et comprendre qu'à chaque fois que vous l'interrogez, il y a un peu d'aléatoire. C'est comme si on jetait un dé. La réponse qu'elle donne n'est pas forcément juste.

J'ai une petite alerte sur l'agentique. C'est vrai que ça me fait un peu frissonner d'entendre que demain les agents vont aller diriger d'autres agents sur des tâches en autonomie, sachant qu'on ne sait pas bien ce que va donner ce petit monde ensemble en grandeur.

Attention à trop déléguer à ces objets, même s'ils ont des tâches précises chacun. On ne sait pas ce que cela fait en multitude. Et je pense que là, il y a un effort énorme à faire d'évaluation.

Cécile PELTIER :

Vous parliez d'inventer une espèce de posologie de l'IA comme on le fait pour un médicament.

Laurence DEVILLERS :

Oui. Si l'on regarde ce que l'on fait en médecine ou en bioéthique, on a des protocoles pour évaluer. On ne laisse pas un médicament comme cela. On dit à quoi il sert, qu'il peut être négatif si on en prend trop, etc.

Or, l'IA arrive dans les mains de tout le monde, de nos enfants, sans aucune posologie de quoi que ce soit et sans effet facilitant. Pour la santé mentale, cela commence à être un sujet. On nous dit : « On interdit. » Je suis désolé, c'est la petite décision qui n'arrivera pas. Cela ne va pas être possible comme cela.

En tout cas, les enfants vont continuer à y aller. Ce qu'il faut, c'est les éduquer, leur faire comprendre les impacts. Et puis, ces gens qu'on prend pour des psy ou qui servent à guérir de la santé mentale, c'est faux. Il y a plein de recherches qui sont faites qui démontrent qu'effectivement on n'arrive pas à diagnostiquer si facilement que cela.

Et puis il y a aussi un aspect qui est complètement lissé. On standardise tout sans penser que nous avons une culture qui est très différente de celle des Américains ou des anglophones en général. C'est dramatique. La plupart de ces objets sont à 95 % en anglais. Ils viennent de sources qui ne sont pas forcément liées à notre vision du monde, à notre contrôle des valeurs et on va se faire manipuler de l'intérieur.

Il est essentiel de construire ses propres outils, d'avoir un enseignement de qualité pour comprendre l'interdisciplinarité de tout ça et de parler d'éthique aux enfants très jeunes pour qu'ils ne soient pas naïfs devant ces objets.

Marie-Paule CANI :

Si je peux réagir, cela me parle beaucoup. C'est très bien d'apprendre l'éthique et ce qu'il y a derrière ces outils aux enfants, mais je me dis que ce n'est pas éthique de donner au grand public, aux gens de tous les âges qui ont pas du tout appris ça dans leur jeunesse, un téléphone portable avec ChatGPT. Ils vont prendre cette machine comme une espèce

d'ami et comme une espèce de psychologue. Personne ne va leur dire ce qu'il y a derrière.

Maintenant de nos jours, s'ils veulent comprendre ce qu'il y a dans ChatGPT, peut-être que leur meilleure solution va être de lui poser la question. Et je ne sais pas quelle va être la réponse. Je trouve qu'il y a des gens de nos jours qui utilisent ces systèmes de tchat comme si c'était leur psychologue. **Est-ce que c'est bon ça qui l'a évalué ?** Je suis donc complètement d'accord avec toi, Laurence, et cela me fait peur.

Laurence DEVILLERS :

Et encore pire, si on continue sur l'économie de l'attachement et l'économie de l'attention qui sont derrière, puisqu'effectivement on propose ces outils aux gens.

Il faut bien comprendre que lorsque vous avez un enfant qui est en dépendance, par exemple qui a un problème d'autisme, qui a un problème autre, et qu'on lui donne un objet comme cela pour l'aider, pourquoi pas ? Mais jamais les constructeurs ne considèrent qu'il va pouvoir s'en séparer. Il n'y a pas de chute. On donne des objets pour que l'on soit en dépendance tout au long de notre vie.

Il faudrait commencer à réagir sur ce que l'on veut vraiment de ces objets. Est-ce qu'on les contrôle vraiment ? Et dans la durée, qu'est-ce que cela veut dire ? Si je prends les *dead bots* par exemple, c'est le fait de faire revivre son père à travers son téléphone, ce qui est possible. Je veux refaire exactement la voix de mon père qui va me parler et me donner des conseils toute ma vie. Est-ce que c'est utile pour vivre ? Comment on va le gérer ? Qu'est-ce qu'on doit faire ? Est-ce qu'on doit faire des rites ?

Alors, au Japon, ils font des rituels le temps de la durée du deuil. Mais sinon, on est dans Black Mirror. Je vous conseille d'aller voir.

Cécile PELTIER :

Oui. Il y en a qui font très peur. C'est vrai que l'on rentre dans des questions éminemment éthiques. On disait qu'il n'y avait pas eu d'observatoire de l'IA et que, mine de rien...

Marie-Paule CANI :

Il y en a quand même.

Laurence DEVILLERS :

Non, il n'y a pas l'observatoire de l'IA interdisciplinaire que j'avais souhaité au début avec Cédric, c'est-à-dire être capable de lever le capot de la machine, de comprendre vraiment ce qu'on met dedans et en même temps de raisonner sur les théories d'addiction.

Marie-Paule CANI :

À l'Académie des Sciences, on a en fait un comité d'éthique qui est en train d'étudier l'éthique de l'IA avec l'Académie des sciences morales et politiques, dont Daniel Andler dont je parlais. Il est assez utile d'avoir des membres, des philosophes mélangés avec des gens, avec des scientifiques de sciences entre guillemets dures.

Laurence DEVILLERS :

Je suis désolée, cela n'a rien à voir. À l'observatoire, on passe beaucoup trop de temps à papoter entre experts plutôt qu'à faire. On devrait être dans l'action.

Moi, j'ai fait partie pendant 8 ans de comités d'éthique où, entre nous, on fait des théories avec des philosophes, c'est formidable. Qu'est-ce qu'il en reste après ? Comment c'est appliqué ? Il n'y a pas grand-chose. Je pense qu'au lieu de faire des *deliverables* sur tous ces trucs, on devrait expérimenter un certain nombre d'objets dans leurs usages et comprendre ce qui est délétère ou pas avec des philosophes, des sociologues, des informaticiens, des cognitivistes et des mathématiciens. En interdisciplinarité avec cette idée d'être sur les usages, de faire mieux.

Quand j'ai demandé au CNRS par exemple « Qui fait ça au CNRS ? » On m'a dit : « Il n'y a pas beaucoup de gens. » J'avais une cheffe qui s'appelait Human Machine Affective Interaction and Ethics. En travaillant avec des économistes, des linguistes, des informaticiens, on essayait de trouver la manipulation, le nudge, cette manipulation douce. Comment elle interagissait à travers ces objets et qu'est-ce que l'on pouvait mesurer ?

J'ai pu voir auprès des enfants et auprès des adultes que lorsque vous mettez un enfant devant une machine, un robot, un Google Home ou devant un humain avec exactement le même scénario de dialogue. Devant un jeu sérieux, on est capable de vérifier ce qui se passe. Ils vont plutôt suivre les conseils des machines que les conseils de l'humain. Ils ne vont pas changer d'avis devant un humain, ils vont changer d'avis devant les machines. On refait la même chose avec des adultes sur des problèmes d'écologie et la même chose est vérifiée. On a fait ça au Collège des Bernardins.

Donc attention, on parle de biais d'autorité, mais c'est plutôt un biais de confiance. On a l'impression que ces machines sont neutres et qu'elles ne nous jugent pas et que c'est très bien.

Cécile PELTIER :

L'appel est lancé effectivement. Il y a-t-il une question ?

Personne :

Bonjour.

Cécile PELTIER :

Pouvez-vous vous présenter avant, s'il vous plaît ?

Personne :

Bien sûr. **Sigel Andra**. Je suis étudiante en master cybersécurité à l'École de guerre économique. Déjà, je voulais vous dire merci. Merci parce que vous représentez exactement la société qu'on aimerait demain, à savoir des femmes qui font évoluer les sciences. Merci à vous deux, vraiment.

Laurence DEVILLERS :

Merci. Mais il faut les deux. Nous sommes 50-50.

Personne :

Je ne dis pas le contraire. Je m'interroge en vous écoutant. Est-ce que finalement ce n'est pas le moment de mettre une pause scientifique pour prendre le temps de recaler l'éducation, de redonner de la place aux anciens avec les jeunes ?

Aurélien Barrau a parlé de décroissance, de faire en sorte de temporiser parce que cela va effectivement trop vite.

Monsieur Villani nous a dit : « Il y a un temps court qui est le monde financier et il y a un temps long qui est le monde scientifique. »

Est-ce que finalement il ne faut pas qu'on essaie d'évoquer ? Je ne vais pas dire un moratoire parce que c'est un gros mot, mais on a le temps peut-être en France et en Europe de se poser 2 secondes parce que justement on est de qualité.

Marie-Paule CANI :

Alors si on pouvait faire une pause partout dans le monde en même temps, je dirais oui. D'ailleurs, Yoshua Bengio a proposé maintenant de faire une pause en France avec tout le reste du monde qui continue. Je ne suis pas complètement sûr que ce soit pertinent.

Cécile PELTIER :

On aime bien mais on en fait le vœu. Il y avait une autre question.

Pierre BEUST :

Pierre Beust, professeur à l'université de Rennes. Je voulais rebondir sur la question : est-ce que les IA sont meilleures que nous ? Est-ce qu'on est moins bons ? Est-ce que ceci ? Est-ce que cela ?

Je pense qu'on est en plein dans le piège de l'anthropomorphisme tout simplement. C'est-à-dire qu'on se compare à des choses qui n'ont rien à voir. Est-ce que moi je suis meilleur qu'un moulin à vent ? Pour faire de la farine, peut-être pas, ça dépend pourquoi. Et puis on oublie des choses évidentes. Depuis les travaux de **John Searle**, on sait bien que parler, c'est agir. Les actes de langage, tout ça, ce sera encore plus vrai de l'action avec les IA agentiques.

Derrière l'action, il y a un truc, c'est la responsabilité et l'incarnation. Si je vous dis tout de suite une connerie monumentale, vous allez vous demander si je suis bien professeur. Je sais que vous allez vous dire cela et cela m'embêterait que vous vous disiez cela. Je ne dis donc pas une connerie.

Il y a donc un rapport dans l'interaction avec les autres qui est que l'on est sensible à la façon dont on est perçu et si en plus ça engage une responsabilité, c'est encore plus vrai. Et ça, les IA ne l'ont évidemment pas. Donc il y a des limites à l'anthropomorphisme. Maintenant les IA génératives génèrent. Les IA agentiques agissent.

Laurence DEVILLERS :

Les IA prédictives prédisent.

Pierre BEUST :

C'est cela. Mais quand quelqu'un aura demandé à son IA agentique un petit weekend en couple sur le bord de la mer et qu'il sera retrouvé dans un hôtel pas terrible, on va voir ce qu'il en pensera. La responsabilité de ce qu'on fait est importante.

Cécile PELTIER :

C'était plutôt une réflexion. On a une question ici de Michel Dojat.

Michel DOJAT-ROCHY :

Oui, c'était la remarque que je voulais faire tout à l'heure à mon voisin Luc Julia et donc que je fais aussi pour Marie-Paule Cani, c'est que j'adhère totalement au fait que ces outils sont là pour nous permettre d'être plus créatifs. Faut-il encore qu'on laisse de la place à la créativité ? C'est la difficulté.

Si je prends l'industrie musicale par exemple, les majors peuvent aujourd'hui fabriquer des tonnes de morceaux de façon automatique et même, comme le fait mon ami **François Pachet**, faire du Beethoven à la méthode Beatles. On peut créer tout un tas de choses. Et bien sûr, on ne fera pas une symphonie de **Bruckner**, on ne fera pas un concerto d'**Olivier Messiaen**, mais on va faire tout un tas de masses de choses que les gens apprécient. Il y a plein de moyens de le faire et il y a donc plus de place d'abord pour le *sponsoring* des compositeurs. Puis, même s'ils existent, ils sont complètement dilués dans la masse. C'est le risque.

Marie-Paule CANI :

Et en effet, je suis d'accord avec toi et c'est pour cela que je posais la question, je donnais l'exemple de la série *Friends*, mais je donnais l'exemple plus du cinéma. Est-ce que nous, on a envie d'être surpris ? **Parce que ce qui est différent nous dérange.** La vraie création nous dérange. On a parfois envie de rester dans sa zone de confort. Quelquefois, on a envie d'aller voir 10 fois le même film ou de relire des livres, une série de romans qui se ressemblent tous. Les humains sont comme cela. Il va falloir se battre pour laisser sa place à la créativité. Mais, pour ceux qui aiment créer, c'est vraiment là qu'on se fait plaisir sur terre et j'espère que cette place sera gardée.

Cécile PELTIER :

Un dernier mot ?

Laurence DEVILLERS :

J'ai un complément de réponse par rapport à la musique, puisque François, qui est aussi mon ami, prétend que l'on peut créer beaucoup plus et que l'on est assez peu créatif en musique. Il ouvre en disant : « La création par l'IA ouvre des choses qu'on n'a jamais vues et donc on va aller beaucoup plus loin. » Il y a ce problème à la fois d'occupation du terrain et en même temps de minimiser la créativité humaine.

Je pense que c'est un vrai sujet aujourd'hui. On doit remettre en avant la créativité humaine, sa valeur essentielle, avec derrière du sens. Ces machines, quand elles le font, je l'ai fait pour des poèmes, elles le font sans âme. Faites un poème de Baudelaire avec de l'IA générative, ça va être pas mal, mais vous vous dites : « C'est quoi ? C'est du Baudelaire ? C'est du dadaïsme ? C'est quoi ? C'est quoi l'idée derrière ? C'est quoi la vision politique ? C'est quoi le message sociétal, culturel qu'on veut passer ? » La musique est un vecteur, ce n'est pas seulement du bruit. C'est un vecteur qui amène autre chose.

Marie-Paule CANI :

Et c'est un vecteur de communication entre humains.

Laurence DEVILLERS :

Et culturel aussi. Et dans ce grand mélange de l'IA générative, on arrive à des choses qui sont très peu intéressantes et qui, pourtant, comme elles sont économiquement beaucoup moins chères, vont passer devant les autres.

Il est essentiel de faire un label humain et de valoriser. Le plus émergent pour voir cela est la pub du loup faite par les humains. Ça a fait un buzz.

Marie-Paule CANI :

Par les IA, tu veux dire ?

Laurence DEVILLERS :

Par les humains.

Cécile PELTIER :

Oui, par les humains. C'est une agence, justement.

Laurence DEVILLERS :

Non, c'est justement une publicité qui n'a été faite que par des humains. Et elle a fait le buzz planétaire. Donc quelque part, on a besoin d'une espèce de label 100 % humain. On crée aussi des choses différentes.

Cécile PELTIER :

Et dans le monde de l'édition, on commence à indiquer « écrit à la main » par un vrai humain.

Conférence 4 : « Souveraineté alimentaire »

Daniel TROCKMÉ - CGI

Mathilde RADEK - Le Gouessant

Cécile PELTIER :

Mathilde est ingénieur agroalimentaire et responsable innovation, recherche et développement au sein donc de la coopérative Le Gouessant. Sa fonction est plutôt transverse, puisque qu'elle pilote notamment l'identification et la mise en place des projets d'innovation, y compris autour de la data et de l'IA.

Pour ouvrir cet échange, j'aimerais qu'on reparle du terme qui nous rassemble : la souveraineté. Là, on est sur la souveraineté alimentaire. C'est un mot qui parle quand même au grand public, mais je voudrais savoir ce qu'il recouvre concrètement pour vous, Mathilde ?



Mathilde RADEK :

Oui. Bonjour. Alors effectivement, et puis on aura quelques slides pour pouvoir illustrer, mais effectivement, alors je ne sais pas si vous êtes tous familiers de l'agriculture dans la salle, mais en fait on a des gros enjeux autour de l'agriculture dans notre territoire.

Pour vous donner deux chiffres qui seront assez parlant, on a typiquement un exploitant agricole sur deux qui part à la retraite et qui ne sera pas remplacé d'ici les 5 à 10 prochaines années.

Une autre chose intéressante est que cela ouvrira aussi des perspectives sur ce que l'IA peut apporter à l'agriculture. 50 % des personnes qui reprennent ou qui s'installent en exploitation agricole ne sont pas issues du milieu agricole.

Je pense que vous entrevoyez aussi l'enjeu des connaissances derrière qu'il y a à transmettre et comment cela transforme le visage de l'agriculture dans notre pays.

Cécile PELTIER :

Daniel Trockmé est vice-président et consultant, expert chez CGI. CGI est implanté dans le monde entier, permettant d'avoir une vue synoptique très intéressante du sujet. Il a débutée sa carrière sur le terrain en agronomie. Son rôle l'amène à conseiller les acteurs de l'amont à l'aval de la chaîne agroalimentaire avec une expertise forte sur les enjeux numériques et la biodiversité.

L'idée, Daniel, est que vous nous posiez concrètement la présence et la situation de l'agriculture française aujourd'hui. Est-ce qu'elle est préoccupante sur le thème de la souveraineté ?

Daniel TROCKMÉ :



CGI en France représente à peu près 14 000 personnes. Nous avons une agence à Rennes dans laquelle je travaille et dans cette agence une équipe qui est très active sur le plan agricole et agroalimentaire. C'est de cette place-là que je vous parle. Et effectivement, en tant qu'agronome, je suis très sensible à la question de la souveraineté alimentaire et je vais tâcher de vous montrer un petit peu l'érosion de notre compétitivité.

[Diapo 1]

On doit constater l'érosion de notre compétitivité et du solde commercial agroalimentaire en trois courbes.

Cette courbe est notre excédent commercial en produits bruts, donc agricoles. Celui-ci est toujours positif, mais il a tendance à baisser sur la fin de la période. En 2025, il est presque nul.

Ensuite, le solde des boissons est très positif. En 2022, il était même de 14 milliards d'euros, ce qui est beaucoup. Les vins français sont très appréciés dans le monde et tant mieux, on s'en réjouit. En 2025, c'est un petit peu moins mais cela reste très positif.

Par contre le 3^e terme sont les produits transformés. Ces produits transformés étaient raisonnablement négatifs en solde commercial jusqu'en 2014 et puis depuis cette période-là, cela ne cesse de baisser. **Cette courbe que j'ajoute là** est la courbe du total hors boisson. Depuis 2015, elle est de pire en pire, jusqu'à moins 10 milliards.

[Diapo 2]

On peut rentrer un peu dans le détail sur ce qui se passe, aliment par aliment. Pour les céréales, on est très excellent, tout va bien. On exporte plein de blé et d'orge dans le monde entier. Pour le lait ou les produits laitiers, le sucre et les œufs, ça va à peu près. On est à peu près autosuffisant.

Par contre, pour la viande de bœuf, la viande de porc, les pommes de terre, les légumes frais, même le fromage et le poulet, on est déficitaire. On est en sol négatif entre 20 % et 50 % de produits étrangers que nous mangeons tous les jours en France.

Et puis le dernier groupe sont les produits tropicaux : le riz, le cacao, le café et le poisson. On est presque à 100 % dans notre alimentation de produits importés.

C'est très embêtant. La part la plus embêtante de ce qui se passe aujourd'hui est la part du milieu. Ce sont des aliments qui représentent une grosse part de notre alimentation et qui sont en train de descendre petit à petit dans ce graphique. Et ce ne sont que les chiffres 2023 de FranceAgriMer. On n'a pas encore les chiffres détaillés de 2025, mais on sait que c'est pire.

[Diapo 3]

Cette alimentation est aussi liée à notre paysage. Quand on a une alimentation diversifiée produite en France, cela donne lieu à un paysage lui-même diversifié et avec une biodiversité relativement présente. Cette alimentation baisse beaucoup et c'est très embêtant. Mais avec **un paysage tel que celui qu'on voit ici**, cela va encore. Mais si on avait une alimentation plus importée, on mangerait moins bien, ce qui n'est pas souhaitable du tout d'un point de vue santé publique et plaisir. Et puis on aurait un paysage qui tendrait à être beaucoup moins diversifié. On aurait beaucoup de céréales et pas grand-chose d'autre. Pas de cours d'eau naturel, etc. Donc un effondrement encore pire de la biodiversité.

Alors quel est le lien avec l'IA ? La question est la suivante : aimez-vous les kiwis jaunes français ? Moi je les trouve super bon.

[Diapo 4]

Il faut saluer un effort et un engagement de la part de producteurs français qui ont commencé à développer ce savoir-faire de produire des kiwis verts et jaunes en France, avec par exemple une belle progression de **Primland** et une belle production de **Zespri France**. Ils ont mis en place une production moderne avec des capteurs, une irrigation pilotée, etc. qui est super chouette.

Mais ils arrivent à produire à peu près 50 000 tonnes, ce qui représente seulement un kiwi français sur quatre dans ceux que l'on mange. On peut donc se poser la question :

quand est-ce que le passage à l'échelle aura-t-il lieu ? Quand est-ce qu'on va manger des kiwis français ou surtout français ?

Je crois que l'IA a quelque chose à dire à ses producteurs et à ses groupements de producteurs parce qu'avec les données des capteurs qu'ils ont, avec les données de culture qu'ils ont, avec des données satellites, avec tout ça, on pourrait très bien prédire la récolte, étendre les fenêtres de saison d'expédition des kiwis, piloter et optimiser la chaîne du froid. Il y a plein de choses à faire. Il y a plein de cas d'usage, dont d'ailleurs la prédiction des ventes.

J'ai fait un petit relevé de prix pour essayer de comparer la compétitivité des kiwis français avec les kiwis néo-zélandais. **Sur ce graphique**, on voit que les prix hors UE et les prix français ne sont pas si différents. Il est donc possible d'être compétitif en production de kiwi français. Donc demain au petit-déjeuner, kiwi français pour tout le monde.

[Diapo 5]

Un autre exemple un peu plus important en volume est la prédiction du rendement de filet en poulet. On a des initiatives, des interprofessions et des grands leaders de la production de volaille en France pour restaurer, reconquérir la souveraineté alimentaire en poulet. On est, je vous le rappelle, à 50 % de poulet étranger dans nos assiettes aujourd'hui. Et il se trouve que techniquement toutes les données sont présentes pour faire les prédictions dont on a besoin pour augmenter la compétitivité de nos filières volailles. **À gauche**, on a les données de nutrition hyper détaillées. On sait exactement quelles sont les rations que l'on distribue aux volailles. **À droite**, on a toutes les données de la conduite d'élevage. On a la température, l'éclairage, la ventilation, on a toutes les données d'élevage qui sont collectées sur le terrain. Puis **en bas**, on a toutes les données d'abattage. C'est-à-dire qu'on sait le rendement de filet, le poids, etc. de chacune des volailles qu'on abat.

On a toute la matière pour faire de la très belle IA prédictive. Ça n'a rien de technologiquement hyper innovant, mais on pourrait l'adosser à de l'IA générative également pour faire encore un petit peu mieux. Et surtout, j'ai mis **en bas** la liste des entreprises mondiales qui le font déjà. J'ai donc bien aimé ce qui a été dit tout à l'heure sur la pause européenne ou la pause mondiale. Non, il n'y a pas de pause là. Si on n'y va pas, demain ça sera 60 % de poulet importé, 70 % et puis on arrêtera tout simplement.

[Diapo 6]

Le dernier exemple que je prends est le porc. Aujourd'hui, on a du porc espagnol dans nos assiettes, qui représente à peu près la moitié des importations françaises de porc, qui elle-même représente 30 % du porc.

En effet, les Espagnols mettent en place des grands élevages tels que vous voyez là et ils ont un coût du travail inférieur au nôtre. Cela leur donne un avantage. Lorsqu'ils installent ce genre de ferme, cela leur permet d'importer du porc avec un rapport qualité-prix auquel on a bien du mal à résister en France. Et pourquoi pas du porc chinois ? La Chine a été un très bon marché pour le porc français pendant des années, notamment pendant la peste porcine, mais ils ont inversé la vapeur. Ils ont investi énormément. Connaissez-vous cette image du building porcherie à Wuhan ? 26 étages pour élever des porcs, produisant 54 000 tonnes de porcs par an. Aujourd'hui, la Chine qui était en déficit de porc pendant des années est complètement en excédent, ce qui veut dire que les porcs chinois vont arriver dans nos assiettes. Non alors !

Pour ne pas subir ça, qu'est-ce qu'il faut faire ? Il faut augmenter l'efficacité de la nutrition de nos porcs. C'est-à-dire qu'il faut les nourrir plus finement. Il faut les nourrir avec plus de précision pour générer moins de rejets qui sont d'ailleurs polluants et pour améliorer notre compétitivité.

C'est ce qui a été présenté l'an dernier au Space avec une balance intelligente qui pèse le porc à chaque repas et qui lui donne exactement la bonne quantité pour sa croissance du jour. C'est tout à fait faisable, cela marche très bien et cela gagne 5 € par porc. Très bon exemple à suivre.

Cécile PELTIER :

A-t-on une idée aujourd'hui de l'état de numérisation de l'agriculture en France ?

Daniel TROCKMÉ :

Alors oui, d'ailleurs je voulais le préciser en introduction. Chez CGI, on a une enquête annuelle. On a 1 800 entretiens avec des dirigeants de chez nos clients chaque année et on suit donc un certain nombre d'indicateurs.

En 2022, il y avait un léger retard des stratégies numériques de nos clients agricoles et alimentaires. Ce retard est plus que comblé puisque cette année, en 2025, les stratégies digitales de nos clients agriculture alimentation sont en tête dans le panel de toutes les industries qu'on a. Il ne faudrait surtout pas penser que c'est l'agriculture qui est en retard, ce n'est pas vrai du tout. Par contre, il reste encore beaucoup de travail à faire.

Cécile PELTIER :

On va voir avec Mathilde effectivement comment concrètement ça peut se mettre en place dans une coopérative agricole comme le Gouessant.

Mathilde RADEK :

Pour rebondir sur l'image de Daniel, là c'est une image d'un élevage breton. Je ne sais pas si vous aviez conscience que les élevages en Espagne sont de cette taille-là. En Chine, je pense que vous en aviez peut-être entendu parler malgré toute l'image qu'on peut avoir. On reste encore sur des tailles d'exploitation sur le territoire, en tout cas breton, qu'on pourrait qualifier de familial, quand bien même ce n'est pas tout à fait ce que vous aviez de l'image de vos grands-parents ou arrière-grands-parents. Et si l'on veut continuer à favoriser cette agriculture plurielle et durable chez nous, il faut que l'on ait la capacité d'être compétitif assez tôt, dès 2019. On dit plurielle et durable, c'est-à-dire aussi plurielle dans la diversité des modèles qu'on peut mettre en avant. Rémy avait cette appétence mathématique et voyait que la donnée que l'on avait à disposition pouvait être valorisée. On a voulu très tôt faire rentrer de nouvelles compétences pour pouvoir faire parler l'expertise métier et rapporter de la compétitivité à nos élevages. Pas seulement de la compétitivité économique, mais aussi du bien-être pour nos éleveurs et du bien-être pour les animaux.

Je vais vous parler d'un projet de recherche qu'on a mené avec l'IFIP et d'un équipement entier qui avait été financé par la région Bretagne et qui nous a permis de travailler sur un jumeau numérique.

[Diapo 7]

Un jumeau numérique à l'échelle de la case. On a la capacité d'identifier des individus, des animaux avec finalement pas tant de data que cela. C'est aussi important de le dire. On a un capital data qui est exploitable, on peut aller en collecter de nouvelles, mais on se pose toujours la question de savoir quelle est la data suffisante et nécessaire, et nécessaire et suffisante. Dans les deux sens, ça marche. C'est-à-dire que oui, on peut aller mettre tout un tas de capteurs, mais si l'on n'arrive ni à les interopérer, ni à les connecter parce qu'on n'a pas de wifi sur les exploitations, c'est aussi un autre problème. Donc, c'est vraiment de se dire qu'on va mettre ce qui est absolument nécessaire pour répondre à une question très pragmatique de la part des éleveurs : comment je peux améliorer ma rentabilité économique et mon indice de consommation ? C'est-à-dire, combien de kilos d'aliment je vais donner à mon porc pour sortir 1 kg de poids vif d'animal derrière ?

Derrière, l'enjeu est vraiment ce que l'on appelle l'efficacité alimentaire et c'est de pouvoir valoriser de façon optimisée la ressource agricole. Si on met moins d'entrants, c'est moins de terre occupée, c'est moins d'importation aussi de force et de matière première ou d'occupation des terres sur notre territoire.

Et puis derrière, il y a bien sûr la rémunération de l'éleveur et *in fine* la pérennité des filières. C'est aussi avoir la capacité de développer potentiellement de nouvelles filières

auxquelles on va pouvoir adosser des critères de bien-être animal. Typiquement, l'élevage que vous voyez là est un élevage qui donne accès à l'air libre à tous les animaux, à tous les stades de vie, et c'est quelque chose qu'on ne voit pas forcément de façon très développée.

Ce qui est assez intéressant sur les jumeaux numériques est qu'à partir de la quantité d'aliments consommés au groupe et à l'individu, en regardant le comportement de l'individu, il y a une modélisation mathématique qui a permis ensuite derrière de pouvoir faire un changement d'échelle et de voir ce qui se passait à la case même si on n'avait pas de consommation individuelle. On arrive ainsi à optimiser à partir d'un petit nombre de données sur quelques animaux qui vont être pulsés individuellement, des comportements qui ensuite vont être répétables sur un plus grand nombre d'animaux.

Il y avait aussi un gros travail d'assimilation de données. Je ne suis pas mathématicienne, mais Emmanuel me dit toujours : « Mais c'est juste mettre en œuvre en musique la réalité », et c'est vrai. Il le fait très bien.

La courbe du haut est une réalité. Le porc va consommer un jour 2 kg et demi, et puis peut-être 1 kg et demi, et puis 3 kg le jour suivant. C'est une réalité. Si quelqu'un voit cela, il va dire : « La courbe est plutôt moche. » Non, elle est réelle. C'est un comportement animal réel. Il y a eu derrière tout un travail pour pouvoir lisser, être en capacité de restituer l'information et de pouvoir l'analyser.

[Diapo 8]

Je reviens juste sur quelque chose qui est extrêmement important, c'est que, effectivement, pour réussir à arriver tout en haut de la pyramide pour faire de l'IA, il faut avoir des fondations solides. Cette notion de gouvernance data est absolument essentielle et on n'arrivera pas à faire de l'IA performante si on n'a pas ces notions de gouvernance data, d'acquisition des données, de responsabilisation des données et d'une ingénierie data qui est extrêmement performante.

[Diapo 9]

Je vous montre un autre exemple qu'on a travaillé dans le projet. Je vous parlais du bien-être animal. On n'est pas sûr de l'IA générative extrêmement complexe à ce niveau-là, mais c'est extrêmement important. Pour pouvoir conduire un élevage de porc sans coupe de queue. Il peut y avoir de la coupe de queue dans les élevages de porc afin d'éviter qu'ils mangent la queue du voisin.

Comment la donnée peut aussi objectiver et derrière donner des outils d'aide à la décision pour qu'on puisse effectivement conduire ces élevages-là en non-coupe de queue ? Il s'agit donc d'un outil d'aide à la décision.

Cela repose sur une analyse de statistiques, de tout un tas de variables qui ont été collectées sur l'élevage. Et derrière, on met à disposition de l'éleveur un outil d'aide à la

décision. Très simple. Attention, on avait identifié deux facteurs principaux qui peuvent impacter la survenue d'un épisode de ce qu'on appelle une caudophagie. C'est de dire : « Je mets à disposition des éleveurs. » On l'a travaillé avec eux parce que la restitution de la valeur de l'information est essentielle. **C'est-à-dire que si c'est complexe, ce ne sera de toute façon pas utilisé.** Et globalement, ils nous ont dit : « Moi je veux un écran, je veux deux informations maximums et éventuellement je veux bien cliquer pour dire ce que j'ai fait. » Mais c'est extrêmement important parce que sinon cela ne sert à rien, cela n'a pas de valeur, quand bien même ma modélisation mathématique derrière est extrêmement performante.

Ce petit exemple nous a permis d'atteindre des performances, en termes d'animaux qui ressortent avec des queues longues, qui dépassent ce qu'on a vu dans les publications scientifiques sur l'ensemble des types d'élevage. Ce sont des choses que l'on va ensuite reproduire dans d'autres contextes.

Et puis la dernière est un travail que l'on fait avec CGI. L'information doit être restituée de façon claire et de façon synthétique à l'utilisateur. Comment la restitue-t-on ?

[Diapo 10]

Pareil, cela était travaillé avec le métier. C'est un projet sur lequel on a travaillé depuis 2020. Il y avait une question métier dans la filière pondeuse. J'aimerais savoir à quelle date je dois refermer mon lot de pondeuses, c'est-à-dire à partir de quelle date en fait le gain, la rentabilité économique n'est plus là, et de savoir quelle est la date optimum de réforme.

Il y a deux enjeux. Pour un élevage de pondeuses, il y a tout d'abord la poule. C'est une poulette et elle n'est pas élevée dans les mêmes bâtiments. Elle rentre dans les bâtiments autour de 18 semaines et elle commence à pondre autour de son pic de ponte, entre 26 et 30 semaines. Elle pond ensuite pendant plus d'une année. On est donc sur des temps différents et cette organisation du planning, cette planification, est un exercice qui est extrêmement périlleux. Ce n'est pas si facile parce que l'enjeu est d'occuper les bâtiments avec un optimum parfait.

Un, j'aimerais savoir quelle est ma date de réforme. Et deux, j'aimerais aussi savoir s'il est possible de prédire ma courbe de ponte pour que je puisse voir s'il y a des événements indésirables qui vont survenir et si je peux en fait réagir plutôt parce que lorsque l'on observe une chute de ponte, il est déjà trop tard. C'est-à-dire qu'il s'est déjà passé autre chose avant. Sans doute un passage sanitaire, un coup de chaleur, une baisse d'ingestion d'aliments. L'idée était vraiment de dire si on peut modéliser.

On l'a fait en 2020. On avait des données erratiques à la semaine remplies de façon non systématique. Néanmoins, on en avait quand même un grand nombre qui nous ont permis de voir qu'il était possible de modéliser cette courbe de ponte, qu'il était possible de donner une capacité de l'eau. On génère un jumeau numérique du lot. Et l'année

dernière, on a mis en place un système de collecte de données journalières qui nous a permis d'augmenter cette performance.

Et derrière, on va plus loin. Globalement, les techniciens connaissent la courbe. Ils savent la tête qu'elle a et ils savent très bien l'analyser. En revanche, ce qui est un petit peu plus difficile, c'est de se dire : « Si j'ai 10 élevages ou 15 élevages qui dévient, et peut-être sur la même cause. » Je n'arrive pas bien à analyser cela. De plus, on a potentiellement une dizaine de techniciens. Ils ne vont pas suivre tous les mêmes élevages, ils se croisent, mais la communication est là, mais elle n'est pas toujours non plus quotidienne. Et vous avez compris qu'en cas d'événement indésirable qui survient, vous devez pouvoir réagir rapidement. On fait donc pareil. On a travaillé cet écran-là avec CGI : comment restituer l'information à nos techniciens pour qu'ils puissent réagir ?

Ils nous ont dit la même chose que les éleveurs. On comprend la courbe de pont. On ira plus loin dans le futur. La courbe de la probabilité de décrochage d'un lot est dans une complexité un tout petit peu plus forte. On est en capacité d'avoir certaines personnes dans l'entreprise qui peuvent analyser, mais ce n'est pas quelque chose que l'on va restituer pour du pilotage quotidien. Donc effectivement, on a travaillé sur cette application.

Il y a deux autres écrans. Il y a une courbe de pont. Et on est en capacité aussi d'aller documenter des événements et de dire ce qui s'est passé. Et là, c'est assez intéressant. Cela se fait en un clin d'œil. Le matin, le technicien ouvre et se dit « Ouuh là là, il y a quelque chose qui ne va pas, je le sais et c'est tel élevage. » Cela donne une clé pour avoir de l'expertise augmentée. C'est-à-dire que là, j'ai l'information, maintenant je vais pouvoir mettre en œuvre toute mon expertise métier qui est extrêmement puissante et de dire : « Maintenant, je vais aller analyser la cause et je vais réagir. » Mais je peux le faire parce que je vois bien qu'il y a quelque chose qui dévie à l'échelle d'un groupe. Donc cette restitution à l'utilisateur n'est pas incroyable. Cette application ne fait pas un buzz énorme quand on la regarde comme ça. Néanmoins, quand on discute avec les équipes, ils nous disent qu'ils ont attendu cela pendant 5 ans.

[Diapo 11]

Si on regarde la temporalité : en 2019 ont eu lieu les premières discussions, ce qui est très intéressant. On a mis en place des moyens et des projets structurants. Ces projets de recherche nous ont permis de faire des POCs. Maintenant on a l'industrialisation, des moyens techniques de faire rentrer des nouvelles compétences. Avec le partenariat avec See-d, je ne suis pas sûr que quelqu'un, au sein de la coopérative, aurait spontanément pensé à aller parler de mathématiques. Pourtant, cela fait désormais partie des connaissances que nous avons intégrées.

On n'est pas devenus experts mathématiques. Et Emmanuel n'est pas devenu expert de l'élevage de poules ou de l'élevage de porcs. Par contre, cela nous a forcé à raconter

notre métier avec extrêmement de précision. Tout à l'heure quand je parlais de la responsabilisation data, de la qualité data, il s'agit de ramener l'expertise métier et de pouvoir bien qualifier la data et bien la faire parler.

Quand on a une restitution après quelque chose d'extrêmement synthétique, ce qui est aussi intéressant que là où on pouvait être siloté, on va plus l'être. On m'a donné cette information, alors je creuse un peu et je vais analyser, le but étant de trouver la cause racine. Et là, effectivement, on va peut-être aller parler avec le voisin avec qui on n'était jamais allé parler parce qu'il est celui qui va nous avoir généré certaines des données.

Là, cela devient extrêmement intéressant. On parle certes de machine, mais on a beaucoup parlé d'humain. Et effectivement ce qui a été intéressant dans cette démarche est que l'IA est au service d'une intelligence humaine collective. Et ce que l'on voit, c'est que les humains se parlent beaucoup mieux, c'est qu'on qualifie beaucoup mieux notre expertise et qu'on est en capacité de la qualifier au travers de la data.

Cela était très prédictif et juste sur le génératif. Le renouvellement des générations pour les exploitations agricoles est un gros enjeu. Demain, je pense que l'IA générative viendra mettre un peu d'hybride dans nos métiers. C'est-à-dire que l'on pourra raconter cette histoire, on pourra la consigner, et c'est ce qui va permettre de venir rendre ces modèles encore plus robustes.

Cécile PELTIER :

Merci Mathilde. Une question. On voit bien que le terme de souveraineté est ici totalement en corollaire avec la question de la compétitivité pour notre territoire, et aussi de rentabilité pour le Gouessant et pour l'éleveur. Est-ce que cette approche, ce petit pas de côté qui a été fait auprès des éleveurs, a été compliqué ? Est-ce que les indicateurs qui sont relativement simples, comme vous avez montré dans l'interface, permettent à l'éleveur de s'approprier davantage ces données en se disant : « Cela augmente ma capacité de compréhension et de travail et cela ne vient pas me remplacer parce que c'est du vivant, mais ce n'est pas un outil qui me dépasse » ?

Mathilde RADEK :

Non et puis je n'ai pas envie de parler des 10 % réfractaires qu'on n'arrivera jamais à faire monter dans la barque. Ce sont les adhérents, les agriculteurs, qui sont intéressants car ils nous challengent. Ils nous disent : « J'ai envie qu'on me libère du temps sur des choses qui sont venues me rajouter. » Le métier d'agriculteur, c'est cela. Ils n'ont pas un seul métier, ils en ont une dizaine. Ils sont de super entrepreneurs. Ils dirigent une entreprise et disent : « J'aimerais gagner du temps sur des choses qui finalement n'étaient pas mon métier de base, parce que ce qui me plaît est d'aller voir le sol, de regarder le sol et de

regarder mes animaux. » Mais au contraire, ils sont preneurs. Et si en plus cela leur permet d'apporter de la rentabilité économique. Ils y sont extrêmement ouverts.

Cependant, ils ont besoin que ce soit simple. Ils ont déjà tellement d'outils, de complexité, même administrative ou autre. Ce n'est pas quelque chose que l'on doit leur rajouter comme étant quelque chose de pénible. C'est quelque chose qui doit les aider dans leur quotidien et qui doit leur libérer du temps. On a beaucoup parlé de libération du temps. Les agriculteurs le disent : « Moi, je veux qu'on me libère du temps et je veux retrouver mon rôle premier. » Ils disent également : « Je suis artisan du territoire, je suis artisan de la terre. J'aimerais qu'on me voie comme un artisan au même titre que les autres artisans des autres corps de métier. » Et ce sont des discours que l'on entend et j'aimerais qu'on les voie comme jouant un rôle majeur dans le paysage de notre territoire.

Cécile PELTIER :

Le paysage est un sujet intéressant. Est-ce qu'avec la course à la rentabilité ou à la compétitivité pour rester dans cette souveraineté alimentaire, on ne prend pas le risque à d'avoir aussi une uniformisation des pratiques ou même des paysages ? Qu'est-ce qui nous garantit de cela ?

Daniel TROCKMÉ :

Les exploitations agricoles se sont diversifiées depuis une vingtaine d'années. Et vous voyez tout le sens qui est derrière, le sens que l'agriculteur, l'éleveur recherche dans son métier et le sens que nous, mangeurs, on cherche à manger des bonnes choses. C'est tellement important. Et le fait d'acheter une alimentation diversifiée et française crée une diversité en amont, à la fois dans les exploitations agricoles, dans tous les procédés, dans toutes les expertises et dans notre paysage.

Cécile PELTIER :

On n'est donc pas encore à l'uniformisation, en tout cas sur des pratiques et sur les fermes-usines comme on peut voir ?

Daniel TROCKMÉ :

Non. On a été en voie d'uniformisation dans les années 90 et aujourd'hui on n'est plus du tout en voie d'uniformisation.

Cécile PELTIER :

Alors, quand on voit les images un peu terrifiantes de la porcherie chinoise et espagnole à un moindre niveau, quel est le garde-fou aussi entre la frugalité de cet usage du numérique et le fait de rendre les élevages plus rentables ? Le bien-être animal sont des questions qui viennent souvent. Qu'est-ce que cela dit sur le bien-être animal et comment est-ce que l'on peut continuer à essayer de pas être trop énergivore ? Je ne sais pas qui veut répondre. C'est un juste équilibre.

Daniel TROCKMÉ :

En France, on a une agriculture familiale qui est restée familiale plus longtemps qu'en Allemagne, qu'en Angleterre, qu'en Espagne, etc. C'est plutôt un bien. C'est porteur de sens mais c'est aussi plutôt un bien écologique, etc. Si on veut maintenir des systèmes qui sont à taille humaine et qui sont porteurs de ce sens, il faut être plus malin. C'est-à-dire que certains, les Chinois par exemple, ont vraiment une stratégie de volume. On peut avoir des stratégies qui ne sont pas à de tels volumes mais qui, en étant plus intelligentes, plus fines ou plus expertes, arrivent à maintenir une compétitivité à la façon des kiwis français.

Cécile PELTIER :

Oui, c'est vrai que c'est le bon exemple. Est-ce qu'il y a des questions ?

Michel LERENDU :

Bonjour, merci beaucoup pour votre exposé. Moi, c'est Michel Lerendu et je vais prendre le risque d'être un petit peu tisonnant. Vous nous avez présenté un des outils pour optimiser dans un cadre conceptuel défini la production de porc. En même temps, vous nous avez parlé des poulets qu'on importait de plus en plus. Et alors je me suis demandé, il me semble bien avoir entendu à la télévision que si l'on importe des poulets ou des volailles, c'est parce que d'un autre côté on ne peut pas manger nos propres volailles parce qu'elles attrapent des maladies.

Et il me semble qu'un cadre, le cadre que vous nous présentez là, on est encore une fois dans un cadre conceptuel défini mais qui ne va pas tenir compte forcément de phénomènes turbulents extérieurs. Alors les phénomènes turbulents extérieurs, on les connaît bien parce qu'on les a eus nous-mêmes. Ce sont des petites bestioles qui arrivent et qui fichent tout en l'air. Et les volailles, elles attrapent la grippe ou je sais plus quoi d'autre. Et donc à vouloir comme ça travailler dans un cadre d'optimisation assez

restreint malgré tout qui consiste à essayer d'optimiser l'alimentation. On en oublie peut-être des gros accidents qui fichent tout par terre.

Michel LERENDU :

Il y a d'autres phénomènes turbulents. Il y a par exemple l'évolution des modes de consommation et bien d'autres.

Mathilde RADEK :

Effectivement, on peut faire rentrer d'autres paramètres et nos outils monitorent les crises sanitaires. Il est important de monitorer, d'avoir un historique pour que le comportement purement mathématique de la courbe soit en capacité de refléter en amont un événement indésirable qui surviendrait. Parce qu'il y a des signes avant-coureurs que l'œil humain n'est pas capable de percevoir.

Donc on le monitore, notamment les événements météorologiques extrêmes. Par contre, une fois de plus, pour que l'on puisse les analyser dans la durée et que ça reste, ça ne reste pas uniquement sur la consommation. C'est ce que je disais tout à l'heure. Il faut que les datas soient en quantité, qu'elles soient robustes et qu'on puisse les faire parler entre elles. Notre limite n'est pas tellement de le prendre en compte ou pas. On le prend en compte. Le plus gros problème dans les modélisations aujourd'hui est de pouvoir interopérer les données.

Daniel TROCKMÉ :

Oui. Et là où vous avez raison, c'est que la partie agricole de la chaîne alimentaire est extrêmement diversifiée et extrêmement complexe. Et c'est ce qui fait que la mise en route de modèles d'IA et de prédiction est très complexe. La collecte de données dans les fermes est évidemment plus complexe que la collecte de données dans des usines, par exemple.

Cécile PELTIER :

Pour avoir vu sur certains reportages, notamment chez des éleveurs laitiers, des épisodes sanitaires, météorologiques ou autres, j'aimerais juste rappeler que cet usage des tableaux de bord que vous proposez aux éleveurs permet quand même de d'anticiper les crises. Et en termes de rentabilité et de compétitivité, cela permet de pouvoir rattraper, palier ou récupérer. Donc c'est un tableau de bord qui permet aussi de faire face à des crises.

Daniel TROCKMÉ :

[Diapo 12]

Oui. L'IA générative permet de soutenir l'expertise. Un exemple en agroalimentaire est l'expertise sur la nutrition animale.

[Diapo 13]

Il y a quatre courbes correspondants aux balances commerciales de la France en bleu et puis celles de l'Espagne, de l'Italie et des Pays-Bas. Elles n'ont pas tout à fait le même aspect et l'Espagne et l'Italie ont des coûts du travail moins élevés que les nôtres, ce qui leur donne un avantage. Mais les Pays-Bas n'ont pas un coût du travail plus bas que le nôtre. Au contraire, il est un peu plus élevé. Donc, qu'est-ce qui est en train de se passer ?

[Diapo 14]

Si l'on met les couleurs dans un tableau, allant de très bon à très mauvais sur les différents aspects, on voit que l'Espagne et l'Italie ont des coûts du travail plus bas, ce qui leur donne un avantage. On voit que les Pays-Bas compensent le coût du travail à peu près égal au nôtre par des coûts matières plus bas parce qu'ils utilisent des matières premières plus locales et surtout plus d'automatisation et de digitalisation.

[Diapo 15]

Alors, trois petites comparaisons de ces quatre pays. Le taux d'équipement des industries agroalimentaires en outils digitaux avancés est bon, la France est en retard. Et sur l'industrie 4.0 et l'industrie 5.0, la France est en retard.

[Diapo 16]

Avec de l'IA, où pouvons-nous aider ces entreprises à redevenir plus compétitives et à nous permettre de manger français ? C'est notamment dans les technologies opérationnelles (OT) et technologies de l'information (IT). C'est à la frontière entre les deux, donc aider la supervision et aider l'exécution au niveau de l'usine, c'est-à-dire capter des données dans les machines, prévoir les meilleurs procédés et aider les opérationnels à piloter leur système.

Cécile PELTIER :

Comment explique-t-on le super palmarès des Pays-Bas ?

Daniel TROCKMÉ :

Les Pays-Bas ont été leaders dans un certain nombre de domaines depuis assez longtemps. Ils sont difficiles à battre, ils sont assez excellents. Ils montrent un peu la voie, mais il faut se dépêcher de faire comme eux si on ne veut pas importer encore plus.

[Diapo 17]

Pour élargir un tout petit peu ce point de vue, on peut représenter l'entreprise agroalimentaire dans sa chaîne de valeur, des matières premières agricoles jusqu'au rayon du supermarché. Quand on se pose la question de où l'IA peut rendre service, on trouve des bonnes choses et des choses qui sont pour partie déjà opérationnelles, déjà faites, mais il faut les faire passer à l'échelle du conseil en amont, de la contractualisation, de la prédiction de rendement, de la prédiction de date d'enlèvement, des optimisations de tournées, prédiction de collectes, des économies d'énergie à l'usine, du *knowledge management* à l'usine pour soutenir l'expertise des opérateur, de la prédiction des ventes. Tout cela est possible.

Et puis dans la partie haute qui correspond au service support de l'entreprise, on retrouve toutes les mêmes choses que dans les autres entreprises : de la maintenance prédictive, du recrutement assisté par de l'IA ou de la formation assistée par de l'IA, des recettes ajustées, du contrôle qualité par machine vision, et cetera. Il y a donc beaucoup à faire et si on veut manger français demain, il va falloir le faire.

Cécile PELTIER :

Mathilde, peut-être un dernier mot effectivement pour dire que vous êtes attentif à tout ça, il y a des innovations à venir encore.

Mathilde RADEK :

Il y a d'autres innovations. On est tous des consommateurs.

Pour favoriser les filières et ne pas se retrouver avec de la viande ou des végétaux qui viennent de l'autre bout du monde, il est de notre responsabilité de payer nos intentions à travers un prix qui reflète réellement nos attentes. C'est la plus grosse difficulté. On va pouvoir mettre de l'IA, on va pouvoir optimiser, on va avoir des gains économiques, mais la clé est dans les mains du consommateur. Dans les intentions, les intentions sont toujours bonnes. Dans la volonté de payer, ce n'est pas toujours là. Donc en fait vraiment c'est un mot aussi que cette souveraineté : elle repose aussi sur le choix du consommateur *in fine*, et effectivement peut-être être prêt à payer plus cher, mais pour quelque chose de plus qualitatif avec une production locale.

Effectivement, ce sont des choses que l'on regarde aussi. Comment arrive-t-on à mettre à l'échelle des filières ? C'est plus complexe parce que l'on n'a pas forcément accès aux données de marché et de consommateurs dans la grande distribution. Mais effectivement, on essaie d'aller jusque-là et de comprendre ses dynamiques. C'est vraiment de bout en bout : du champ à l'assiette, on le dit, ce n'est pas galvaudé, c'est une réalité.

Cécile PELTIER :

Merci d'avoir pris ce temps pédagogique pour nous expliquer le fonctionnement de l'IA chez les éleveurs. Maintenant, à nous, consommateurs, de transformer et d'aider à cette souveraineté.

Conférence 5 : « IA & Projet de société »

Éric BOTHOREL - Député

Cécile PELTIER :

Éric Bothorel est député des Côtes-d'Armor de la 5^e circonscription. Il est très intéressé, très actif et très connaisseur des questions de cybersécurité et d'intelligence artificielle. C'est un dossier qu'il a beaucoup suivi. Il fait partie de la commission des affaires culturelles et de l'éducation, je crois.

Éric, vous avez l'habitude des questions au Parlement, je vous laisse la parole.

Éric BOTHOREL :



J'ai la réputation flatteuse de faire partie des quelques députés très actifs sur les questions numériques. Je viens des **Côtes-d'Armor**, de **Lannion**, et c'est vrai que nous avons un écosystème très actif depuis des années et des décennies. Lannion est le berceau breton des télécommunications. Quoi qu'en dise **Rennes** et quoi qu'en pense **Vannes**.

L'histoire lannionnaise a débuté dans les années 60 avec l'implantation du centre national d'études et de télécommunication, le **K-Net** à **Lyon**. Ce projet a généré une

véritable dynamique économique et d'innovation autour de l'électronique, de la téléphonie, de l'optronique, de la photonique dans le département.

Aujourd'hui, les Côtes-d'Armor comptent 5 600 emplois dans le secteur du numérique et de la tech et un tissu d'entreprises dense entre grands centres de recherche publique comme l'IRT b<>com, l'Institut Foton, la plateforme MATRIX (plateforme de soutien à la recherche de l'IETR), Photonics Bretagne. Des grands groupes nationaux et internationaux, je pense à Ericsson, Nokia, Orange, ECA ROBOTICS, IXblue, Open, Exotec qui achètent des boîtes américaines, ce qui dans le contexte actuel est quand même à souligner. Je pense à axYus, qui vient de racheter une filiale américaine dans le monde de la photonique et des PME innovantes qui se sont développées sur des nouveaux marchés tels que la santé, la défense, l'environnement. Elles développent des compétences dans le laser, la fibre à 5G, la cybersécurité, le transport intelligent, les techniques vocales et enfin l'intelligence artificielle.

Je ne sais pas encore si l'intelligence artificielle peut faire un projet de société. Nous y reviendrons. Mais je peux en tout cas témoigner que les télécommunications puis le numérique ont fait un projet de territoire, une réussite économique à Lannion et s'approchent de la banlieue.

Les intelligences artificielles interrogent notre rapport au monde, au travail et même à la façon dont nous entrons en relation les uns avec les autres. En matière d'IA, je suis un pratiquant mais pas forcément un croyant. Je m'en sers. J'en use, en connaissance de cause, et de plus en plus sans le savoir, tant qu'elle est intégrée dans tous les outils dont je me sers. Je pense que ce sera pire encore demain. Les contenus ne seront plus synthétiques d'un côté et naturels de l'autre. Mais ils seront massivement hybrides entre le naturel et le synthétique, tant l'intelligence artificielle générative intégrera certainement les fonctionnalités d'outils que nous avons plus l'habitude d'utiliser, mais je ne crois pas nécessairement qu'elle soit la révolution copernicienne souvent évoquée. Je ne suis pas convaincu qu'il faille en faire un panégyrique ni même l'appareiller par avance de tous les mots.

Je vais donc développer trois points rédigés sans intelligence artificielle mais avec quelques aides : l'argent, le temps et le travail. Il manquerait la culture, les amis, les boissons pour reprendre ce qu'on parlait tout à l'heure pour en faire un projet de société. Cédric Villani ajoutera les mathématiques qu'il qualifie de poésie des sciences. Je survis en laissant les mathématiques aux IA.

Alors, on commence toujours par citer les grands auteurs. L'IA coûte un pognon de dingue. Oui, il faut citer les grands auteurs en toutes circonstances.

George Soros, avant de devenir l'épouvantail préféré des complotistes de toute latitude a eu au moins une idée utile : la réflexivité. En substance, les croyances des acteurs de marché créent les conditions de leur propre validation. Les banques prêtent, les prix

montent, les garanties se renforcent et les banques prêtent donc davantage. Le serpent se mord la queue avec enthousiasme jusqu'au jour où il se rend compte qu'il n'a plus de queue. Il n'y a pas que les cochons qui se mordent la queue. L'intelligence artificielle applique ce principe avec une rigueur presque académique.

Les hyperscalers : Amazon, Google, Microsoft, Meta, vont claquer 400 milliards de dollars en **CapEx** cette année, soit le PIB du Danemark consacré à des datacenters. Je ne vois pas pourquoi je parle du Danemark.

Jensen Huang, le patron de Nvidia qui porte des blousons en cuir comme d'autres portent la bonne parole, affirme que ce chiffre atteindra 600 milliards de dollars. Les analystes murmurent qu'il est optimiste d'environ 200 milliards, ce qui représente quand même le PIB de la Nouvelle-Zélande. Rien à voir avec le Danemark.

Meta prévoit 71 milliards en 2025, au-delà de 100 milliards en 2026. Pourquoi ? Parce que l'IA est l'avenir, ne pas investir revient à organiser sa propre obsolescence. Et si tout le monde investit, c'est bien parce que l'IA est l'avenir.

Le détail qui pimente le tableau selon McKinsey est que 80 % des entreprises ayant adopté l'IA générative ne constatent aucun impact significatif sur leur profit. Parmi les 70 % de sociétés du **Fortune 500** qui ont déployé Microsoft 365 Copilote, le nombre ayant observé un retour financier mesurable est précisément de zéro.

Les investissements continuent pourtant d'augmenter. 92 % des dirigeants prévoient d'en remettre une couche dans les 3 ans. C'est que le mécanisme fonctionne à merveille. Chaque dollar dépensé en GPU alimente le chiffre d'affaires de Nvidia, qui justifie sa valorisation, qui alimente le FOMO des autres, qui dépensent davantage. La boucle est bouclée et Jensen Huang peut s'acheter un nouveau blouson.

Le parallèle avec la bulle internet de 99 est inévitable mais pas forcément pertinent. À l'époque, des milliers de start-up **boulaient** du cash dans des garages. Aujourd'hui, ce sont quelques mastodontes au bilan solide qui signent les chèques. La correction, si elle advient, sera plus lente. L'IA finira probablement par être utile, j'en suis convaincu, comme Internet l'est devenu, comme l'électricité l'a été. Mais entre la promesse et le dividende, il y a généralement le temps suffisant pour que les premiers croyants perdent leur chemise. Cela ne signifie pas que la technologie est mauvaise, simplement que la foi, même justifiée, est un piètre business plan.

La bonne nouvelle à ce stade est que la France est en tête des investissements étrangers en matière de data centers. En 2025, la France a attiré 69 milliards de dollars d'investissement étranger Greenfield, qui implique de nouvelles installations opérationnelles et la création de nouvelles entreprises par une société mère pour la construction de centres de données. C'est plus du double des investissements réalisés aux États-Unis selon les données de la Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement.

Si la bulle IA explose, nous aurons une avance considérable à l'heure du réchauffement climatique, qui est un avenir beaucoup plus certain que l'intelligence artificielle. Des mètres carrés à foison de hangars réfrigérés dans les campagnes en proche banlieue des agglomérations. Plein d'ordinateurs et de câbles. On brasse des ordinateurs et on installe des Éhpads dans les data centers.

Naturellement, je pratique un peu l'humour noir, mais c'est une invitation à l'heure de parler d'IA et de projets de société à ne pas être seulement matérialiste. Ce n'est pas parce que les journaux économiques parlent tous les jours de l'IA et que les capitalisations explosent qu'il s'agit du sujet central et de l'avenir de l'humanité. Les seuls problèmes que l'argent peut résoudre sont en général des problèmes d'argent.

Dans les journaux, on parle très peu d'eau, d'oxygène et d'amour. Ils sont très certainement même plus indispensables que l'A. Aujourd'hui, l'IA, c'est de l'argent, beaucoup d'argent, peut-être même trop. Ce sont des investissements qui se font au détriment d'autres qui seraient peut-être plus utiles.

Passons donc au temps qui est parfois de l'argent. Ne pas se contenter de tuer le temps en attendant le temps qui nous tue. C'étaient d'ailleurs des sujets qui ont été abordés à l'étape précédente : que fait-on du temps que l'on va libérer ? La principale promesse qui nous est faite est que l'IA va nous faire gagner du temps. La vraie question est : du temps, pourquoi faire ? Par volonté de faire un pas de côté pour intéresser un auditoire qui en est potentiellement à sa 11^e conférence de la journée. Vous êtes tous masochiste.

Pour faire un pas de côté, je vais vous dire que nous avons bien déjà trop de temps. Je m'appuie pour ça sur le propos des statistiques assez marrantes faites par le sociologue **Jean Viard**. En 1968, l'espérance de vie d'une femme à la naissance était de 75 ans et celle d'un homme était de 68 ans. Profonde inégalité au passage. Une année faisant 8 760 représenterait en moyenne 600 000 heures à vivre, à occuper. Nous passons 200 000 heures à dormir, 200 000 heures à travailler, 200 000 heures de vraie vie, c'est-à-dire à ne pas travailler, à dormir, comme vous le faites en m'écoutant en ce moment.

Aujourd'hui, nous avons gagné à la naissance 11 années complètes d'espérance de vie. Nous commençons à travailler plus tard, nous nous prenons la tête plus tôt, ça ne va peut-être pas durer, et nous dormons moins car on a inventé les séries télé, les tablettes et l'insomnie. Nous avons 800 000 heures à vivre, disais-je, 200 000 heures à dormir, plus que 100 000 heures à peine à travailler. Nous avons 500 000 heures de libre à occuper. Nous ne manquons pas de temps et nous n'avons pas forcément besoin d'IA pour l'accélérer. Ce sera la table ronde conclusive : Que pourrait-on faire de bien avec l'IA ? Je veux surtout dire : comment éviter d'en faire du mal ? Si nous nous servons de l'IA pour accélérer le travail, ce n'est que faiblement rentable. À quoi bon dépenser des milliards pour à peine 100 000 heures de travail ? En quoi peut-elle bouleverser mes 500 000 heures de libre ? Je peux scroller à l'infini, certes. Je peux demander à **Grok** de déshabiller ma voisine en photo. C'est pénalement répréhensible. J'en ai même fait un article 40. Je

ne crois pas que nous nous satisfassions durablement de ces prompts qui permettent de créer des images, du son, de la vidéo, le pape en doudoune et les créations musicales. C'est à l'heure actuelle le cas d'usage de l'IA par le grand public, mais de mon point de vue, il s'essoufflera assez vite de lui-même.

Depuis 2010, l'humanité produit autant d'information en deux jours qu'elle l'a fait depuis l'invention de l'écriture il y a 5 300 ans. 99 % de ces informations sont consignées sous forme numérique. Devant un tel déferlement d'informations, il n'y a que les mathématiciens et l'IA qui peuvent survivre, n'est-ce pas ? Et un mathématicien intelligent, le martèle : « L'intelligence artificielle n'est pas intelligente. Elle ne fait que reproduire, amplifier, réorganiser le savoir accumulé par l'humanité. » Il s'agit évidemment de Cédric.

À cette heure, l'IA passe un temps infini à accumuler et à compiler les milliards d'informations produites, autant en 2 jours que depuis l'invention de l'écriture. La question n'est pas de savoir si elle est plus performante que nous pour traiter ces informations. Il n'y a pas de match.

La question que j'ai envie de partager est : a-t-on besoin de produire, de cumuler autant d'informations ? Que l'on fasse perdre son temps à les accumuler ne pose aucun problème de mon côté. Mais va-t-on durablement amasser, entasser des datas inutiles et redondantes pour plus de 9/10 ? Une IA aura vu 100 millions de radios d'un humérus comme un médecin, on en aura vu quelques milliers au mieux. Le taux d'erreur de l'IA sera très certainement plus faible. N'empêche que je préfère que mon médecin m'annonce la fracture et me soigne, voire me présente une facture.

Nous avons de plus en plus de temps, beaucoup par la baisse du temps de travail, énormément par l'allongement de l'espérance de vie et très marginalement par la porte de l'IA.

Le projet de société auquel vous m'avez invité à réfléchir n'est pas : que faire de l'IA ? Mais : que faire de notre temps, de nos solitudes, de nos rêves éveillés, de nos doutes et des factures du médecin ? Il ne faut surtout pas laisser les seuls mathématiciens réfléchir à l'avenir et au bonheur, d'où ma présence. À cette heure, l'IA perd un temps infini à tout lire et moi je perds du temps à demander à l'IA de faire des choses inutiles tout en mobilisant des milliards d'investissements. Cela ne fait assurément pas à ce stade un projet de société.

Christian Bobin avait une assez jolie formule en écrivant : « Le travail, c'est du temps transmué en argent, la culture, c'est le même temps, mais changé en or. » J'ai parfois le sentiment qu'avec nous résistons à ce stade à l'exploit inverse des alchimistes. Nous transformons leur plomb et à coup de métaux rares. Mais avec humilité, je dois vous dire qu'il y a toujours une part de sérendipité dans les cas d'usage que nous commentons là

et que les cas connus ou ceux que nous anticipons ignorent bien sûr ceux auxquels on ne pense pas par propre définition.

Et il y a un dangereux paradoxe. Dans un monde où l'optimisation est reine, où chaque clic, chaque choix, chaque interaction sont totalisés, prédictibles et anticipés, la place du hasard semble de plus en plus réduite. Je crois aussi que c'était évoqué dans une des étapes précédentes par madame Devillers, pardon.

La sérendipité, cette faculté à faire des découvertes imprévues et pourtant essentielles à l'innovation, se trouve menacée par l'essor de l'intelligence artificielle. En affinant nos préférences et en personnalisant notre environnement numérique, les algorithmes de recommandation tendent à enfermer chacun dans un univers ultraciblé, façonné sur mesure mais potentiellement appauvri.

Plus il y aura de données, moins il y aura de hasard et donc potentiellement moins de découverte. Le coup de foudre sera-t-il encore possible ? Pourrais-je découvrir **Bach** alors que je suis fan de métal ? Je ne sais pas, c'est de la modestie, mais aussi de la force. La machine croit tout savoir. C'est apparemment sa force mais probablement aussi sa faiblesse.

Il y a ainsi un risque de zemblanité. C'est un terme d'origine littéraire forgé par un écrivain anglais contemporain, **William Boyd**, dans son roman **Armadillo**. Paru en **1998**. La **zemblanité** est l'exacte contraire de la sérendipité puisqu'elle désigne... Elle désigne quoi ? Hop ! la faculté de faire de façon systématique des découvertes malheureuses, malchanceuses, attendues et n'apportant rien de nouveau. C'est aussi un des risques de l'IA, la répétition inutile et non hasardeuse. Ce serait une assez triste définition du travail. En définitive, une répétition inutile et non hasardeuse.

Alors, on va parler du travail. Est-ce que le travail serait une malédiction que l'homme a transformée en volupté ? C'est ce qu'écrivait le peu optimiste sur en tout dans tous les cas aujourd'hui encore, le travail est au cœur de notre projet de société. Au fait, c'est quoi un projet de société ? La survie a été le projet de société d'être temps premier. Tuer le voisin et prendre son territoire a été un projet de société plus évolué. Les religions ont ensuite tâché de civiliser le tout en disant si j'avais le droit ou pas de lapider ma femme ou de voler un bœuf. Puis dans un cerveau combo, on a raffiné le tout pour faire un projet de société alliant à merveille guerre et religion. Les guerres de religion, on a connu une période bénie où les guerres ne se serrent pas tout à fait, mais où la culture, les arts semblaient pouvoir embellir le monde : la Renaissance.

Puis finalement ce qui a structuré nos sociétés depuis des siècles, c'est fort d'étalonner le travail. Les précédentes révolutions industrielles ont sacrifié l'école bleue. Celle-ci va impacter l'école blanc. C'était d'ailleurs une partie de ton édito, mon cher Cédric, je crois, le jour où Libération avait ouvert ses colonnes pour un numéro spécial sur l'intelligence artificielle. L'école bleue, c'était la couleur du bleu de chauffe, du bleu de

travail, la veste de l'ouvrier. L'école blanc, l'école habitée des chemises, des cadres et des employés intermédiaires.

L'IA, c'est une vraie source d'angoisse pour les cadres. Je vais poursuivre mes taquineries. Ces cadres n'étaient pas très inquiets par la mondialisation qui transférait les boulots des ouvriers à l'étranger et où l'on pouvait produire à bas coût. Par contre, c'est la panique quand on voit qu'il pourrait les remplacer. Ils n'ont pas été émus non plus par la disparition de leurs secrétaires. Ils se sont vus champions du monde grâce à leur laptop et ils réalisent que derrière cet ordinateur personnel se cache potentiellement celui qui lira plus intelligemment les mails de vos supérieurs et de vos subalternes. Qui synthétisera plus objectivement les infos reçues de l'interne du monde entier ? L'IA pourrait faire en Inde le travail qui a été écrit en français en quelques secondes. Oui, l'IA va changer radicalement les choses mais peut aussi bouleverser notre conception du travail.

Je vais vous confier quelque chose que je ne devrais pas dire au sein de l'université de Bretagne Sud. Avec 10 ou 100 millions d'euros, je pense pouvoir mettre en œuvre un prof de fac assez facilement. Avec 100 millions ou 1 milliard, je ne pense pas pouvoir parvenir à la promesse qui est faite pourtant depuis plus d'une décennie d'un robot humanoïde qui s'occuperait de mes enfants ou qui permettrait à ma vieille mère de vivre à domicile.

L'IA va bouleverser quelques métiers, surtout parmi ceux qui apparaissent parfois les plus inutiles. Le sujet le plus complexe sera peut-être de reconsidérer quels sont les métiers les plus utiles, qui sont souvent les plus mal payés, et quels sont les métiers les plus inutiles et souvent les mieux payés. Vaste sujet, mais assurément qui doit être au cœur d'un projet de société.

Je vais même reprendre à mon compte une idée qui a fait flop d'un candidat qui a fait un double flop. Je vous rassure, je ne parle pas de Cédric Villani à Paris, j'ai trop d'estime et d'amitié pour lui. Je parlais de la taxe sur les robots portée par **Benoît Hamon** en 2017. Son idée était simple. La fiscalité est régie par le principe de la capacité contributive. Or, les robots contribuent à la productivité et à la richesse d'une entreprise. Donc, taxons-les. C'est complexe, présenté comme impossible.

Mais pour revenir à mon premier point, l'argent ne doit pas un instant que les GAFAM qui engouffrent des gigas milliards dans l'IA. Ne nous ferons pas payer une taxe mais nous présenterons une facture. C'est le travail qui finance notre société, son projet. Si l'IA bouleverse le travail, alors assurément, il va falloir réinventer notre fiscalité pour financer nos services généraux et s'assurer de mieux payer les métiers utiles, les gardes-malade, les mathématiciens, les profs d'université. Quelle démagogie, à ce stade. J'approche de la fin de mon propos, c'est pour ça.

L'intelligence artificielle, dans ses fondements théoriques, a 70 ans, dans ses modalités pratiques 30, dans ses accélérations moins de 10. Il nous revient collectivement de lui

donner un sens et cela nous appartient de s'en saisir. Sinon le sens sera donné par **Elon Musk** au grand ami et ce sera un contresens. Quand je dis mon grand ami, certains ont suivi mon actualité, je crois que je vais avoir mon voyage aux États-Unis un peu compromis pour la fin février.

Dans *L'Entretien infini*, **Maurice Blanchot** expliquait que la réponse est le malheur de la question. La réponse vient toujours fermer certaines des portes que la question avait justement la vertu d'ouvrir. Dès que la réponse advient, nous sommes obligés de renoncer à la richesse de la possibilité, à la liberté d'imaginer une réponse autre que celle qui a été dite.

Vous m'invitez à parler d'IA et de projets de société. J'ai enfoncé quelques portes ouvertes, peut-être fermé quelques autres. La philosophie, elle, ne se contente jamais des réponses. Ma seule conviction est que nous avons plus besoin de philosophes que de mathématiciens, plus besoin de mathématiciens que de députés et que nous avons surtout besoin d'aides-soignants. Je vous remercie.

Cécile PELTIER :

Monsieur le député, au compteur des *punchlines*, vous tenez là un *stand-up*. Est-ce que vous servez votre pause comme ça à vos collègues à l'Assemblée nationale ?

Éric BOTHOREL :

For Sure. Il m'arrive.

Cécile PELTIER :

Très bien. C'est une vraie question. Dans la commission des affaires culturelles et de l'éducation sur lequel vous travaillez, la question de l'IA est revenue plusieurs fois déjà, beaucoup, n'est-ce pas ?

Éric BOTHOREL :

Oui, enfin c'est un sujet qui traverse bien plus que la seule commission des Affaires culturelles et de l'Éducation. J'étais présent aussi à la commission des affaires économiques. Comme le disait Cédric, on est là sur quelque chose qui va servir bien des cas d'usage. On était sur l'agroalimentaire, donc manifestement assez éloigné des problèmes éducatifs. On a des sujets sur « Comment dire l'information ? » Enfin on a eu quelques états généraux de l'information il y a peu de temps. Certains d'entre nous ont

été auditionnés. On voit les sujets aujourd'hui de mésinformations, de désinformations dont l'IA n'est pas l'origine, mais elle peut être un vecteur de transmission facilitant. On a des sujets sur la cybersécurité. Donc oui.

Et dans ce que je disais à mon propos tout à l'heure, c'est un terme que j'utilise beaucoup, la sérendipité, c'est la difficulté du législateur à se saisir d'une technologie émergente qui va être au centre de cas d'usage dont personne ne peut prédire à l'avance quels sont ceux qui vont être très manifestement utilisés, soit d'un point de vue domestique, soit par l'entreprise.

Dans un contexte normal, une assemblée nationale, un exécutif et un parlement mettent à peu près 2 ans pour pondre une loi. Quand je dis pondre une loi, c'est commencer à penser à un problème, essayer d'en traiter les causes plus ou moins intelligemment et en faire des décrets à la fin.

Dans le contexte d'aujourd'hui, c'est encore plus compliqué. Quand on regarde la vitesse avec laquelle les choses se sont opérées autour, notamment de l'IA générative qui est l'effet waouh et la face émergente de la révolution qui se fait plus en silence et depuis plus longtemps autour de l'intelligence artificielle.

Je dis ça parce que dans les années 80, je travaillais chez Xerox sur du LISP. On appelait du système expert. C'étaient les grands-parents finalement des modèles dont on parle, dont on parle aujourd'hui. Et il y a une véritable accélération.

Maintenant, la difficulté est de trouver comment réconcilier le temps du législateur, qui doit quand même s'assurer qu'un certain nombre de cas d'usage ne puissent pas être permis quand on veut protéger le consommateur, le concitoyen ou protéger des libertés fondamentales. Et en même temps, permettre l'innovation pour éviter que finalement, quand on aura été trop vite à légiférer, l'innovation se fasse ailleurs. Quand la technologie est mature, elle est souvent faite par les autres. Quand on en a besoin, on va aller chercher chez les autres parce que c'est disponible plus vite et qu'on a un coût à développer qui est supérieur.

Et à l'inverse, quand on est trop lent à légiférer, il se passe ce qui se passe avec Elon Musk et son système intégré sur X, où on voit des dérives totales qui vont certainement conduire le parquet de Paris à prendre de nouvelles initiatives pas plus tard que la semaine prochaine, parce qu'il y a un véritable enjeu là-dessus.

Cécile PELTIER :

On l'a vu dans votre brillant texte. Effectivement, on voit que vous avez cogité à peu près sur tout ce que l'IA peut venir interroger dans notre façon de vivre en société et de vivre à l'international aussi. Est-ce qu'il y a peut-être une question du public ? Oui, il y a une question de monsieur Cédric Villani.

Cédric VILLANI :

Non, merci beaucoup mon Éric pour le morceau de bravoure qui était à la hauteur de nos espérances. Il y a à peu près 1 an, tu t'en souviens, on était cosignataires tous les deux d'une tribune sur une question liée pas tellement directement à l'IA, mais directement aux télécommunications. C'était le problème des portes dérobées dans le débat sécuritaire et tout ça.

Et donc ça faisait partie de ces éléments qui reviennent très régulièrement sur l'oscillateur : comment on doit réguler sur la tech ou pas, comment est-ce qu'on doit parfois se retenir de la tentation sécuritaire du tout contrôle qui est une fausse piste et ainsi de suite.

C'est quoi après sur la dernière année, je veux dire les autres fois où tu ou il y a eu des débats sur la tech qui sont venus vifs à l'Assemblée nationale ? Peux-tu nous faire une petite sélection des quelques derniers sujets brûlants où tu t'es dit qu'il fallait faire attention ?

Éric BOTHOREL :

On a l'éternel retour de la fin de l'anonymat sur les réseaux sociaux qui est une lubie, un marronnier. Donc cela occupe ceux qui n'ont pas grand-chose à dire ou qui cherchent à avoir quelque chose à dire sur le sujet de la tech. Le dernier, c'était la façon dont on a abordé finalement la meilleure protection des mineurs autour des dangers des écrans en général puisque le rapport de l'ANS ne parle pas uniquement des réseaux sociaux.

À ce stade, je ne veux pas être plus que cela en désaccord avec le président de la République, mais je ne pense pas que le texte passera le seuil du Conseil constitutionnel parce qu'il y a une question de proportionnalité. On ne peut pas charger la marque du numérique en permanence en disant que c'est de sa faute. Je vais faire simple. On a une augmentation de la myopie en France. Tout le monde le constate chez les plus jeunes. C'est très lié aussi à une forme de sénantisation qui est liée à une appréhension d'un monde qui devient de moins en moins sécurisant.

Il y a donc des gens qui préfèrent avoir leurs enfants chez eux que dehors. Je n'habite pas à Marseille mais je connais un peu Marseille. Si vous êtes dans les quartiers nord, vous verrez qu'il y a des parcs pour enfants qui sont un peu vides et on peut comprendre les raisons pour lesquelles ils sont un peu vides. Ce n'est pas que les réseaux sociaux soient à ce point-là si attractifs, c'est parce que dehors devient compliqué.

Je pense qu'en tant que législateur, il nous faut attraper cette dimension-là pour ne pas simplement avoir le sentiment qu'on va régler le problème de quelque chose qui est

effectivement prégnant : celui de l'exposition à la lumière bleue, perturbation des cycles du sommeil, etc., et cette fameuse économie de l'attention continue, ce qui est un vrai sujet.

Mais j'essaie de faire passer à mes collègues que le seul fait d'interdire aux moins de 15 ans quelque chose que l'on n'a d'ailleurs pas totalement défini, là je ne peux pas plus que ça rentrer dans les détails, mais WhatsApp c'est un moteur de messagerie, mais en même temps il y a des communautés. Donc comment va-t-on discriminer ? La réponse que me font les rapporteurs : qui était au banc sur ce texte ? La réponse est en général : « Ce n'est pas à nous de faire cela, nous ne sommes pas techniciens, débrouillez-vous. »

J'ai toujours peur que ça soit la future **loi Bloel**. C'est qu'on a tellement dit aux gens : « Vous serez plus emmerdés avec des gens qui vous appellent pour vous vendre des vérandas », et puis 10 ans après, il y a toujours des gens qui appellent pour vous vendre des vérandas.

En Australie, il faut savoir que ce ne sont pas tous des grands types sympas, les gars, les femmes, mais parfois, parce qu'ils ont envie de malgré tout entretenir et séduire leur base installée, ont fait des trucs spéciaux. Il y a du YouTube Kids, il y a du machin, etc. Vous savez quoi ? En Australie, ils ont tout pété. Ils partent du principe que, comme c'est interdit aux moins de 15 ans, ils ont plus aucune raison de filtrer des espaces qu'ils considèrent qu'ils devraient être à destination des mineurs puisque par définition, il y a plus de mineurs. Ce qui veut dire que le moindre mineur qui utilisera un VPN ou un machin ou un truc ou même qui ira sur les réseaux sociaux, j'allais dire qui ne sont pas mainstream mais secondaires, sera probablement exposé à des contenus auxquels il était protégé avant même que cette loi soit promulguée.

Il y a toujours des effets un peu pervers, mais j'étais sûr, Cédric, que tu posais cette question parce que tu es toi-même totalement conscient de la difficulté de l'écriture du droit et si la mathématique ne...

Cédric VILLANI :

Tu sais, on aime bien que la loi soit aussi indépendante que possible. Parce que la technologie évolue trop vite.

Éric BOTHOREL :

Tout à fait. J'espère que j'ai répondu à votre question, monsieur Villani.

Cécile PELTIER :

Merci beaucoup monsieur le député. Merci beaucoup.

Conférence 6 : « L'IA peut-elle être vertueuse, écologique, artistique et inclusive »

Isabelle COLLET - Université de Genève

Ada ACKERMANN - CNRS

Cécile PELTIER :

On va parler de l'IA qui va s'articuler autour d'une question plutôt ambitieuse puisque la question est posée : l'IA peut-elle être vertueuse, écologiste, artiste et inclusive ? Vaste ambition pour l'IA.

Je commence par présenter Isabelle Collet. Elle est sociologue, informaticienne de formation et professeur à l'université de Genève. Elle est la première en langue francophone à l'université à avoir travaillé sur la place des femmes dans le numérique et elle est l'autrice entre autres d'un livre que je vous recommande : **Le Numérique est l'affaire de toutes**. Son expertise sur le biais de genre et assise dans l'IA est centrale. C'est un sujet que l'on n'a pas encore abordé sur cette question de l'inclusion et d'une IA inclusive.

Isabelle, vous définissez le lien inclusif sous deux prismes : l'équité de l'algorithme et la composition des équipes de développement, dont ceux qui font et qui usent de l'algorithme. Est-ce que vous avez déjà un petit état des lieux au niveau justement des chiffres ? Les chiffres sont assez parlants, souvent des indicateurs pour nous parler de cette IA inclusive. Alors, inclusive ou pas ?



Isabelle COLLET :

Alors en soi l'IA, la question n'est pas de savoir si l'IA est inclusive, pas inclusive, bonne, pas bonne, juste, pas juste. On l'a dit plus tôt, l'IA est politique et pour qu'elle puisse concerner tout le monde, il faudrait que tout le monde soit concerné par l'IA et fabrique l'IA.

Actuellement, c'est difficile à dire. La moyenne européenne est de 15 %, 17 %. Il faut une loupe pour opérer les femmes en informatique.

On a une technologie centrale dans notre société qui est pensée, conçue, installée, paramétrée et maintenue par une population ultra homogène, en gros d'hommes blancs de milieux sociaux favorisés. Évidemment, ces personnes-là et quelle que soit leur bonne volonté vont avoir du mal à penser à une IA pour tout le monde, c'est-à-dire pour les femmes, pour les personnes racisées et pour les personnes de classe populaire. Il faut impérativement plus de mixité dans les personnes qui conçoivent. Mais cela ne suffit pas. Il faut aussi plus de mixité et plus de variété dans les données de l'IA.

Actuellement, l'essentiel des données de l'IA sont produites par les pays du Nord, sauf pour la partie de l'IA faite en Chine. Mais sinon, les IA sont assez mauvaises pour reconnaître et identifier des photos qui viennent des pays du Sud. Par exemple, vous lui mettez une photo d'une épicerie telle qu'elle peut exister en Afrique subsaharienne, elle n'a aucune idée des produits sur les rayons alors que cela marche plutôt bien avec les épiceries des pays du Nord.

Et puis il y a ce qu'on appelle des discriminations algorithmiques. On dit parfois biais algorithmique, mais cela atténue un petit peu ce qui est en train de se passer. Une discrimination algorithmique, c'est quand l'IA est plus performante pour un groupe social ou alors invisibilise un groupe social à cause, non pas d'une volonté malveillante derrière, mais à cause des données qui sont à la source.

Cécile PELTIER :

Ce que j'entends effectivement là, ce qui nous intéresse, c'est aussi de savoir ce qu'on donne à manger entre guillemets à l'IA pour qu'elle produise des contenus qui soient effectivement plus vertueux, plus inclusifs.

Ada Ackermann est historienne de l'art, chargée de recherche au CNRS au laboratoire **THALIM**. Son travail porte sur les croisements entre art et culture justement avec l'IA. Elle a notamment été commissaire de l'exposition du Jeu de Paume et elle explore comment l'IA peut revisiter le patrimoine et créer peut-être de nouveaux imaginaires, une nouvelle façon de regarder le monde avec un prisme peut-être plus contemporain et plus créatif.

Ada, parlez-nous un petit peu de cet angle-là que vous abordez.

Ada ACKERMANN :



Effectivement, pour répondre à ces soucis que soulevait Isabelle de discrimination et de biais en raison de lacunes notamment dans les corpus d'entraînement ou la conception de ces différents modèles d'IA. Différents artistes ont essayé d'esquisser des gestes de résistance et de proposer des visions alternatives

Donc je vais peut-être me tourner vers la présentation.

Cécile PELTIER :

Bien sûr. Vous avez quelques exemples à nous montrer.

Ada ACKERMANN :

Puisqu'effectivement dans l'exposition du Jeu de Paume mais aussi bien évidemment au-delà, on a toute une panoplie d'artistes très intéressants qui essaient de résister à un façonnage des imaginaires et un nivellement des représentations.

[Diapo 1]

J'aime beaucoup le cas de cette artiste brésilienne **Mayara Ferrão**, qui a utilisé l'IA générative contre la manière dont l'IA a été programmée puisqu'elle lui a demandé de générer des représentations de couples de femmes noires homosexuelles dans un style qui évoquerait une imagerie d'archive, sachant que bien évidemment de telles images ne pouvaient pas exister. Elle a vraiment dû lutter contre la manière dont les modèles d'IA qu'elle utilisait étaient programmés. Et elle dit que ces images ont rencontré un grand succès parce qu'elle comblait d'une certaine façon un vide.

[Diapo 2]

Je peux vous donner un autre exemple qui était présent au **Jeu de Paume**, mais que j'aime beaucoup également. C'est le travail d'une jeune artiste, **Nouf Aljowaysir**, dont la famille est originaire d'Irak et d'Arabie saoudite. Et ce qui est très intéressant, c'est qu'elle a constaté que les biais qu'elle rencontrait avec des systèmes d'IA analytique perpétuaient en quelque sorte des biais qui étaient déjà à l'œuvre dans la manière dont les collections photographiques ont pu être constituées à partir du 19^e siècle par les principales institutions muséales et patrimoniales occidentales.

Donc, par exemple pour les régions relatives aux origines de la famille de ses ancêtres, des étiquettes extrêmement orientalisantes, stéréotypées, fétichisantes. Et lorsque Nouf Aljowaysir a soumis ces images à des systèmes d'IA analytiques, ça rejoint vraiment ce que disait Isabelle, ces systèmes ont parfois été bien en peine d'identifier correctement les objets ou les personnes représentés.

[Diapo 3]

Un bédouin était identifié comme un samouraï, un minaret de mosquée comme un phare et bien d'autres.

[Diapo 4]

Et donc Nouf Aljowaysir a cherché à répondre à ces différentes visibilités compromises, on pourrait dire à la fois dans le corpus photographique initial comme dans la manière dont ces IA avaient pu être entraînées. Donc ce qu'elle a fait, c'est qu'elle a retouché à l'aide de l'IA **ces images** qu'elle avait collectées en évitant les silhouettes d'une manière à dire : « Vous ne savez pas bien nous voir et bien nous nous soustrayons à votre regard et ces silhouettes spectrales sont supposées vous interroger sur la manière dont vous nous cataloguez et vous nous interrogez. »

[Diapo 5]

Un autre exemple est le travail très intéressant de **Salomé Gomis-Trezise** qui s'interroge sur la manière dont sa génération, ma génération et les vôtres ont pu grandir avec en étant par exemple biberonnées à des films Disney dans lesquels les héros et les héroïnes sont toujours blancs.

Cela a été légèrement corrigé depuis mais la manière dont les représentations qui nous sont données dès l'enfance façonnent bien entendu nos imaginaires, nos attendus.

Et donc elle a cherché à l'aide de l'IA générative à revisiter les productions de Disney et autres et à imaginer donc des trajectoires alternatives. Et c'est peut-être quelque chose aussi sur lequel on reviendra.

Je trouve assez fascinante la manière dont beaucoup d'artistes s'emparent des outils d'IA générative non pas tant pour explorer des futurs possibles mais pour revenir sur notre patrimoine, notre passé, et esquisser des contre-histoires avec beaucoup de guillemets parce qu'évidemment on n'est jamais très loin d'une forme de contestation de récit historique bien établi et vous voyez bien les dérives qui peuvent en occasionner, qui peuvent en dériver.

Mais ce qui est très intéressant, c'est la manière dont les artistes vont se saisir de l'IA pour explorer des potentialités qui, pour une raison ou une autre, n'ont pas pu aboutir et ils les font donc ressurgir à l'aide de l'IA.

Cécile PELTIER :

C'est intéressant parce qu'on voit comment finalement l'art peut s'approprier l'IA à l'inverse et comment elle peut essayer de la faire un peu dérailler presque de manière ludique pour lui montrer ses biais et les révéler. Alors, est-ce que l'on doit sourire de l'incapacité de l'IA à comprendre parfois ce qu'elle voit ou est-ce que, au contraire, c'est inquiétant ?

Ada ACKERMANN :

Les artistes soulignent évidemment cette incapacité de l'IA à bien voir, il faudrait critiquer ce terme de vision, pour nous y sensibiliser. Et bien sûr que c'est inquiétant. On vous dira entre-temps que les biais ont été corrigés mais comme le disait Isabelle les biais ne disparaissent jamais complètement.

Et ce que je trouve très intéressant, c'est la manière dont les artistes utilisent l'IA pour documenter les conditions d'existence et de possibilités de production des IA elles-mêmes et chercher parfois à rendre visibles des structures qui demeurent invisibles.

Tout à l'heure, on a pu parler des travers du clic, on a bien sûr parlé des ressources environnementales et énergétiques, des asymétries de pouvoir qui se créent. Et il me semble que là où les artistes ont un rôle à jouer et un rôle citoyen, c'est bien en révélant ces structures, en les mettant en lumière et au centre de notre attention.

Cécile PELTIER :

Alors, c'est vrai qu'Isabelle Collet, c'est cette façon de faire de l'art aujourd'hui. Est-ce que ce n'est effectivement pas, comme vient de le dire un petit peu Ada, un acte de résistance aussi et de prévention de se prémunir de cette IA qui est pour l'instant pas totalement régulée parce que l'on ne sait pas trop comment faire ? Qu'est-ce que cela raconte ?

Isabelle COLLET :

C'est très intéressant parce que cela crée des images qui n'ont jamais pu exister et en plus on a aucun doute. J'aime beaucoup le côté post-vérité parce que ce n'est pas la post-vérité, c'est le mensonge. Comme il y a tout un tas de mots avec post, il suffit de prendre l'inverse du mot et l'on comprend ce que cela veut dire.

Donc là, personne ne prétend que cela a existé. Cela nous demande juste : est-ce que vous avez remarqué que vous n'aviez jamais vu cela ? C'est extrêmement intéressant. J'ai des étudiants et des étudiantes à qui je fais des cours sur le genre. Je leur demande aussi de me créer des images et de me raconter tous les efforts qu'ils ont dû faire pour, par exemple, avoir des princesses Disney qui se tiennent la main parce que ce n'est pas si simple.

Et j'aime beaucoup aussi demander à l'IA si j'existe. Je veux dire par là que je demande à l'IA de me représenter une femme de 50 ans. C'est le désarroi parce que des femmes de 50 ans qui ont l'air d'avoir 50 ans, elle ne sait pas faire. Parce que des actrices de 50 ans qui ont l'air d'en avoir 30, elle en a. Mais représenter des femmes de 50 ans légèrement en surpoids, alors là c'est fini.

Je n'existe donc pas dans le miroir de l'IA. C'est intéressant de montrer par exemple à mes étudiants que des gens aussi banals que moi n'existent pas dans le miroir de l'IA.

Cécile PELTIER :

Régulièrement, on a des images artistiques qui sont censurées, comme **L'Origine du monde**. Les artistes s'en amusent parce que c'était un sexe de femme et que normalement il n'y a pas de sexe apparent sur l'œuvre.

Isabelle COLLET :

Il suffit de mettre deux oignons et vous avez la censure sur Facebook.

Cécile PELTIER :

C'est vrai ? Vous tentez des trucs que je ne tente pas, effectivement.

Isabelle COLLET :

Il voit une poitrine et vous le censure.

Ada ACKERMANN :

Ou même des documents historiques qui ont une grande fortune comme *La Fille au napalm* d'août, complètement censuré sur Facebook. Donc oui, bien sûr.

Cécile PELTIER :

Oui, c'est ça. Vous parlez d'archives contrefactuelles. Ce sont des fausses archives. C'est intéressant comme concept, mais on va peut-être voir son pendant négatif. **Pouvez-vous nous expliquer ce que sont ces archives défactuelles ?**

Ada ACKERMANN :

Oui, alors beaucoup d'artistes qui utilisent l'IA générative revendiquent une modalité grammaticale qui serait celle de la contrefactualité, c'est-à-dire de proposer un récit autre. Ce n'est plus tellement « ça existait » mais « ça aurait pu exister. » C'est vraiment cette idée d'un potentiel. C'est très intéressant et productif lorsque c'est mis au service d'un discours qui va explorer des manques dans l'archive, dans l'histoire.

[Diapo 6]

Deux artistes chypriotes se sont beaucoup intéressés à la représentation de l'archéologie à Chypre, qui a été un territoire très important pour l'archéologie mais dominé par notamment les Britanniques. Et **Alexia Achilleos** et **Theopisti Stylianou-Lambert** se sont rendu compte que l'on n'avait quasiment pas d'images ni de documents relatifs aux ouvriers qui avaient rendu matériellement possibles ces fouilles.

À l'aide de l'IA, elles ont essayé de réparer ce manque en générant des faux portraits et des faux documents d'archives. Bien évidemment, il n'y a pas du tout l'intention de manipuler les opinions puisque là, on a quand même une médiation très claire qui est le cadre muséal. On est dans un dispositif où il faut s'approcher d'un petit cube blanc perforé pour voir ces photos. Elles ne sont pas du tout destinées à circuler sur les réseaux sociaux ou autres.

Je trouve que c'est très important que ces usages soient encadrés. Parce que le problème est que des artistes tablent sur une confusion possible quant au statut de ce qui est vu, et là cela devient très problématique. Donc, évidemment, cette notion de contrefactualité est à double tranchant, mais comme l'est l'IA d'une certaine façon.

Cécile PELTIER :

Oui, c'est toujours la mise en contexte qui est éminemment importante. Même en littérature, quand on ressort *Mein Kampf* aux éditions Grasset mais qu'elle est augmentée de tout un tas de contextes et d'exégèses qui vont expliquer, alors on peut avoir ce livre-là entre les mains.

Ada ACKERMANN :

Toute la question est la médiation et le cadre.

Je rajoute par rapport à la contrefactualité, ce que je trouve très inspirant est qu'aujourd'hui, même si la journée à laquelle nous assistons essaie de démontrer le contraire, on entend beaucoup de discours qui vont chercher à verrouiller les choses et à démobiliser les esprits en disant : « Voilà, tout est écrit, on ne peut plus rien faire, on a plus de marge de manœuvre. »

Je trouve que les artistes qui vont se saisir des potentialités non advenues pour nous sensibiliser à ce que certains théoriciens appellent une pensée potentielle, je pense notamment au philosophe Camille de Toledo, et c'est important de se dire que oui, une pensée potentielle existe et qu'elle peut nous animer pour contribuer à écrire d'autres futurs possibles aussi.

Cécile PELTIER :

On voit bien que cela peut être effectivement vertueux, en tout cas pour désinvisibiliser les femmes. Certains traitent l'histoire, la décolonisation et tout ça.

Maintenant forcément on pense à l'inverse : « Et si on nourrit l'IA de théories platistes ou de fausses vérités ? » Et pour le coup, on en a. Il n'y a même pas besoin de lire pour le faire. Les réseaux sociaux le font aussi, mais c'est quoi, comment gérer ça ? Comment on l'éduque, ça ?

Isabelle COLLET :

Je vais provoquer un peu, mais si je prends un livre d'histoire ou un recueil de grands textes de la littérature française, j'ai deux ou trois remarques sur la place des groupes minoritaires ou minorisés à l'intérieur. C'est déjà un filtre. Est-ce que l'histoire traite uniquement des guerres, des mouvements politiques et des grands hommes ? Est-ce que l'histoire des sciences sont uniquement ces figures que l'on montre ? J'étais avant-hier à une pièce de théâtre qui réhabilitait **Marthe Gautier** dans la découverte de la trisomie 21. Quelle est l'histoire des sciences ?

On n'avait pas besoin de l'IA pour occulter. On n'avait pas besoin des réseaux sociaux pour raconter n'importe quoi. On a toujours plus ou moins su le faire. Il y a quelque chose d'intéressant et d'inquiétant, c'est qu'on avait le grand mensonge politique. Maintenant, la fake news est à la portée de tous et toutes.

Avant, seuls les puissants avaient vraiment la capacité de faire de la vraie *fake news*. Moi, je me souviens des discours pour la guerre en Irak : le canon irakien, l'entraxe... C'était quand même de la *fake news* portée par des puissants.

Maintenant, elle est à la portée de tout le monde. Ce n'est pas une bonne nouvelle ce que je dis. Je ne me réjouis pas que la *fake news* soit à la portée de tout le monde, mais il faut quand même réaliser que l'IA, par un certain nombre de côtés, est un vecteur indésirable d'égalité. Mais il ne faut pas s'étonner qu'elle soit saisie aussi par un certain nombre de groupes qui l'utilisent comme vecteur pour prendre la parole.

Je vais faire un petit parallèle sur l'éducation avec le fait que l'on déplore que les élèves trichent. Les élèves utilisent l'IA, ce qui est vrai, je ne dis pas le contraire, et on peut plus donner de devoirs à la maison parce qu'on ne sait pas qui les a faits. Mais ça a toujours été vrai. Cela a mis en évidence une monstrueuse injustice et hypocrisie : les personnes qui pouvaient avoir autour d'eux ou autour d'elles des parents, des appuis, des soutiens, des coachs, des cours payés pour les aider à faire les devoirs à la maison avaient un avantage considérable par rapport aux classes populaires qui ne les avaient pas. L'IA a mis la triche à portée des classes populaires et donc maintenant on ne fait plus de devoir à la maison. Faut quand même s'interroger sur nos pratiques éducatives.

Cécile PELTIER :

Il y a encore du travail à la maison.

Isabelle COLLET :

Ce n'est plus noté. Parce qu'on ne peut pas savoir. Mais avant non plus, on ne pouvait pas savoir. C'est donc un vecteur indésirable d'égalité.

Mais il faut aussi se rendre compte que, quand on regarde les étudiants et les étudiantes qui utilisent le mieux et avec le plus de profit l'IA, il s'agit des personnes qui sont déjà dotées d'un bon capital scolaire et d'un bon capital social.

Ada ACKERMANN :

Et par ailleurs on va, de toute façon, vers un mouvement à deux vitesses puisque les classes supérieures pourront se payer les modèles premium et optimum et donc réussir encore mieux leurs devoirs à la maison.

Cécile PELTIER :

On voit bien, ça crée une fracture. Et on est encore loin de l'égalité. On a vu à peu près les termes vertueux écologistes. Je me posais la question quand on a effectivement des artistes qui vont utiliser l'IA pour dénoncer les grandes causes environnementales et qu'en même temps ils génèrent eux-mêmes. On est dans une schizophrénie toujours un peu compliquée et en même temps ne pas occuper la place correspond à laisser la place à d'autres discours.

Ada ACKERMANN :

C'est un paradoxe et une tension que l'on a déjà évoqués, notamment ce matin. Il y a quand même une marge de manœuvre puisque les artistes ne sont pas obligés d'utiliser les principaux modèles d'IA génératives disponibles sur le marché. Ils peuvent personnaliser leurs outils de manière à employer des modèles open source, qui tournent en local sans se connecter à Internet, qui vont donc moins nécessiter de ressources. C'est un paradoxe qui peut tout de même être levé.

Et effectivement, vous avez tout un ensemble d'artistes qui utilisent l'IA pour parler de notre relation à l'environnement, pour enregistrer et attester d'une perte de biodiversité.

[Diapo 7]

Je pense notamment à une artiste sénégalaise qui s'appelle **Linda Dounia Rebeiz**, qui de manière générale s'intéresse beaucoup à la manière dont les IA principalement mises sur le marché ne savent pas bien reconnaître les éléments de sa culture, mais elle utilise aussi l'IA pour attester de la perte de la biodiversité sur le continent africain. Et c'est en même temps, c'est aussi pour elle une réflexion sur la manière dont nous n'avons pas su préserver la mémoire de ces plantes-fleurs qui ont disparu parce que c'était consigné de manière inégale, parce que ce territoire-là occupait moins l'attention et faisait l'objet de

moins de soins. Cette œuvre est une tentative, *Once upon a Garden*, de faire revenir des espèces disparues à cause du réchauffement climatique.

[Diapo 8]

Mais il y a une autre œuvre que j'aime beaucoup qui est d'une certaine façon militante, c'est un film d'*Emmanuel Van der Auwera* qui s'appelle *White Cloud* et qui utilise l'IA pour mieux dévoiler les ressources de l'IA. C'est un film qui se cristallise autour de la mine de *Bayan Obo*, mine absolument stratégique en Chine qui est farouchement gardée par le gouvernement chinois. On ne peut pas l'approcher, on ne peut pas en prendre de photos ni filmer. Donc c'est une image manquante.

Et Van der Auwera utilise les ressources de l'IA générative à partir de témoignages qu'il a réussi à avoir auprès de personnes qui travaillent dans cette mine, des ouvriers notamment. Et il a réussi à reconstituer cette mine à l'aide de l'IA générative. Je trouve que l'on a une tentative extrêmement intéressante d'utiliser l'IA.

Cécile PELTIER :

Pour se mettre en situation d'apprenant pour l'IA.

Ada ACKERMANN :

Oui. Et d'ailleurs pour rebondir sur certaines des choses qui ont été dites tout à l'heure, je trouve que c'est un peu stérile parfois en matière d'art et de créativité, d'opposer l'humain et la machine. L'humain a toujours utilisé des outils, des technologies, des techniques.

Ce qui me paraît très intéressant avec l'IA, et c'est là que la créativité se renouvelle et se déploie, est dans les formes d'hybridité qui s'opèrent. Le fait de ne pas savoir s'il s'agit de la machine ou de l'humain, mais de se dire qu'on assiste à un mélange des deux.

Et vous savez, en histoire de l'art, on voit bien que les artistes ont toujours cherché une forme d'étrangeté. Ils ont toujours cherché à opérer un décalage par rapport à nos automatismes du quotidien.

Je vais peut-être vous dire une provocation, mais il me semble que le recours à l'IA soit à une forme de création automatisée et peut-être une belle manière de désautomatiser notre rapport au quotidien.

Cécile PELTIER :

Cela pose une autre question éthique : celle aussi de la réglementation. Forcément, quand on parle des artistes, on a un tout petit peu parlé des droits d'auteur et du fait de générer quelque chose de créatif sur l'IA, c'est forcément en vérité aller se nourrir de ce qui est déjà à disposition et qui sont des œuvres originales ou de la propriété intellectuelle dont l'IA fait totalement fi pour l'instant.

Ada ACKERMANN :

Oui. C'est un problème capital qui pose beaucoup de soucis, à raison, aux juristes du monde entier puisque, évidemment, pour entraîner les modèles d'IA, il aura fallu une vague de pillage systématique de contenu sans le consentement des personnes intéressées.

Il existe quand même, je trouve, des mesures intéressantes qui se mettent en place. Récemment en France, une proposition de loi a été présentée au Sénat où l'on retourne en quelque sorte la charge. C'est-à-dire que si vous avez le soupçon que votre œuvre a été utilisée pour entraîner un modèle d'IA, c'est au concepteur du modèle d'IA de fournir la preuve que cela n'a pas été le cas. Jusque-là, il fallait prouver que cela avait été le cas. Je trouve très intéressant que cette présomption soit ainsi écoutée.

Mais c'est un vaste problème et on peut parler aussi des politiques d'*opt-out* qui sont possibles en France depuis 2021. Les politiques d'*opt-out* servent à se prémunir pour la suite, mais elles ne peuvent pas réparer le mal qui a déjà été fait.

Cécile PELTIER :

Isabelle Collet, justement cette partie-là, vous dites aussi qu'il y a des expériences qui vont dans l'autre sens, qui essaient d'être positives, comme notamment l'IA Claude qui, elle, s'est engagée à payer des droits d'auteur.

Isabelle COLLET :

Alors Anthropic a effectivement payé des droits d'auteur. On pourrait ironiser sur le fait que ce n'est probablement pas suffisamment par rapport à tout ce qui a été utilisé pour. Mais c'est un geste, on va dire. C'est appréciable.

La question, évidemment, va être : qui possède ces modèles d'IA ? C'est la souveraineté qui possède ces IA. Qu'est-ce qu'on veut faire avec ? Moi qui me préoccupe de diversité, d'inclusion, de la place des femmes, je trouve qu'on a vraiment un vent mauvais qui vient des États-Unis. Moi non plus, je peux plus rentrer avec ceux sur quoi je travaille. Je

n'essaie même pas de passer la frontière. Ça va, on ne sait jamais. Mais je pense que je prends l'avion dans l'autre sens. C'est quand même incroyable.

Enfin, je suis sidérée qu'avec beaucoup de tranquillité, on estime qu'une discipline aussi fondamentale que le numérique de manière générale vit très bien avec 80 % d'hommes alors que dans les années 80, ce qui est super récent, on avait la parité. Ces stéréotypes qui sont très présents aujourd'hui sur la question de l'informatique, que ce ne serait pas pour les filles, etc., on le raconte à des informaticiennes des années 80, elles ne comprennent même pas de quoi on leur parle.

Alors, on dit : « Ah, c'est la faute au stéréotype ? » Non, non, les stéréotypes sont une conséquence. Ils sont arrivés pour rationaliser un monde social qui avait hiérarchisé les disciplines et qui avait masculinisé les études d'informatique. Là, quand, il n'y a pas si longtemps, on a entendu dire que cela manquait d'énergie masculine dans la tech. 80 %. Il vous faut quoi ?

Cécile PELTIER :

J'aimerais savoir par rapport à ce qu'on a vu, les côtés vertueux. Qu'est-ce qu'il faut retenir pour qu'une IA s'approche d'un cercle un peu vertueux ? Qu'est-ce qui est le plus à retenir ? Est-ce que ces expérimentations que l'art permet sont intéressantes ? Est-ce que cela pousse à l'interrogation ? Est-ce cela, cette possibilité d'expérimenter ?

Isabelle COLLET :

Je dirais des personnes formées à comprendre ce qu'elles font. C'est-à-dire, on prend, on ne prend pas l'IA. Je suis geek alors forcément j'aime bien jouer avec, mais le fond de l'affaire est : « Est-ce que monsieur et madame tout le monde ont la possibilité, ont été formés et ont été informés pour savoir ce qu'on peut faire avec la technoscience ? » Une fois qu'on a cette connaissance, on la prend ou on ne la prend pas, ça me pose plus souci, mais j'aimerais qu'on puisse diffuser très largement la compréhension.

Je ne veux pas faire de tout le monde des informaticiens ou des informaticiennes, mais la compréhension de ce qu'il y a derrière cette techno-source et, à partir de là, avoir un usage en conscience. Alors, on a plus de chance de faire une IA politiquement juste et inclusive.

Ada ACKERMANN :

Oui, pour aller dans ton sens, évidemment, ça n'a pas de sens de parler d'une IA. Et dans le cas des artistes, il me semble que là où c'est le plus intéressant et le plus inspirant,

c'est lorsque les artistes prennent la main sur différents paramètres et qu'ils peuvent personnaliser l'outil, que ce soit avec du *fine tuning*, avec les **RAGs** et vraiment en décidant initialement ce que l'IA peut faire et ce qu'elle ne peut pas faire. Après, c'est là en gardant la main d'une certaine façon, ce qui peut en passer par une programmation de la surprise. Parce qu'on a beaucoup parlé du fait qu'on ne pouvait pas être surpris. Dans le cas de l'art avec l'IA, on peut tout à fait orchestrer la surprise et être très étonné de ce qu'elle produit.

Cécile PELTIER :

Une programmation de la surprise, c'est un oxymore intéressant.

Ada ACKERMANN :

Et ce n'est pas du tout apparu avec l'IA. Quand on regarde l'histoire de l'art, tout ce qui est aléatoire, art avec ordinateur. Toute la question est : « Comment on programme la surprise ? »

Cécile PELTIER :

Ada Ackermann, où est-ce que l'on peut retrouver peut-être tous les bons exemples que vous nous montrez là ? Suivre un petit peu les artistes qui sont innovants sur ce sujet-là. Il y a un endroit où l'on peut suivre ça ?

Ada ACKERMANN :

Alors, certains des exemples figurent dans le catalogue de l'exposition **Le monde selon l'IA**, qui est aussi disponible en anglais.

Cécile PELTIER :

Qui était donc au Jeu de Paume à Paris ?

Ada ACKERMANN :

Oui. Et sinon dans certaines conférences que j'ai données et qui sont en ligne.

Cécile PELTIER :

Et vous, Isabelle Collet, je le disais tout à l'heure, il y a un livre, peut-être vous en écrivez un autre actuellement. Vous revenez de 6 mois à Montréal.

Isabelle COLLET :

Oui. Où j'ai travaillé ça alors sur la question des systèmes d'intelligence artificielle en éducation. Alors oui, j'aimerais bien écrire un livre actuellement qui parle du *care*, de la société du risque et de l'IA. Parce qu'à mon avis, on a des choses tout à fait contradictoires, mais je pense que la société du *care* a plus de choses intéressantes à nous dire sur la société du risque qui génère l'IA.

Cécile PELTIER :

Ouais, mais c'est le prisme effectivement de cette journée-là aujourd'hui, c'est de parler « Que faire de bien avec l'IA ? », et pas que les risques.

Conférence 7 : Discours

Anne Le HÉNANFF - Ministre déléguée chargée de l'Intelligence artificielle et du Numérique



Anne Le HÉNANFF :

L'intelligence artificielle est une révolution. Sur ce point, je crois que nous sommes tous d'accord. Elle transforme en profondeur nos manières de travailler, de concevoir, de créer et même de vivre ensemble, avec des effets pervers notamment dans certains cas.

Mais comme toute révolution, elle suscite autant d'espoir que d'interrogation. On parle beaucoup des dangers liés à l'IA. Ils sont réels et il serait vraiment irresponsable de les minimiser.

Mais cependant, pour notre démocratie, il y a réellement des dangers. Je vais commencer par les inquiétudes les plus grandes qui sont traitées au plus haut niveau de l'État, notamment les ingérences étrangères dans les processus électoraux via des campagnes de désinformation ciblées. Elles sont désormais documentées et constituent vraiment une menace sérieuse pour la confiance dans nos institutions. Et pour tout vous dire, actuellement, nous travaillons, enfin nous envisageons, nous préparons le fait qu'il y aura de la désinformation massive, notamment pendant les

élections municipales, mais surtout pour les élections présidentielles. Il nous revient donc d'accompagner et de prévenir les futurs candidats ainsi que les maires sortants dans certains cas.

C'est également pour notre environnement une source d'inquiétude dans certains domaines. L'IA consomme des ressources qu'on dit parfois considérables : l'eau, l'énergie, les matières premières pour alimenter ces infrastructures et faire tourner ces modèles. Nous devons en mesurer l'impact et agir pour le réduire. Je dois vous dire quand même qu'en France, dans la stratégie IA que souhaite le président de la République depuis le sommet de février dernier, donc il y a un an, 2025. L'aspect environnemental et durable de l'IA fait partie intégrante des sujets sur lesquels je travaille quand je rencontre les acteurs de l'IA et de la filière des data centers notamment.

Pour nous tous également et en particulier pour les plus vulnérables, l'IA peut être également dangereuse. Certains outils comme **Grok** ont déjà montré leur capacité à diffuser des contenus inappropriés, stigmatisants, voire haineux. La prolifération de bots malveillants amplifie la haine en ligne et des cas tragiques ont révélé que certaines IA pouvaient, par leur fonctionnement même, encourager des comportements à risque notamment chez les jeunes.

J'ai deux exemples en tête, c'est l'affaire Jean Pormanove qui a fini devant les écrans par mourir. Et deuxièmement, plus récemment, le gouvernement a saisi la justice. C'est l'affaire **Grok**, vous le savez, avec cette IA qui se permet à la demande de dénuder des personnes. C'était à partir du 31 décembre, le soir du réveillon, où on a vu toute une série de photos apparaître et que l'IA a dénudé des personnes vêtues lors de soirées du réveillon.

Les défis sont sérieux. Ils appellent une réponse collective déterminée, proportionnée. J'entends parfois qu'il faudrait arrêter son déploiement. Prenez le statu quo, je pense le contraire. Vraiment, je pense le contraire. Il ne faut pas être naïf. L'IA, elle est déjà là. Elle est là pour durer. Nous avons collectivement la responsabilité de la développer dans le sens qui nous convient le mieux. Mais si nous ne prenons pas partie à cette évolution, à cette révolution, si nous ne mettons pas un cadre, si nous ne discutons pas de ce qui est acceptable, de ce qui ne l'est pas, d'autres le feront pour nous. Donc moi le choix il est fait. Je préfère qu'on accompagne l'IA, qu'on choisisse une IA qui nous ressemble, une IA qui est fidèle à nos valeurs, les valeurs européennes, où l'homme est au cœur de l'IA, où on respecte l'environnement, où on exige des plateformes, que les algorithmes soient transparents. C'est ça, l'IA qu'on veut pour l'Europe. C'est ça que je veux pour l'IA de la France. Sinon, ce sont les Américains et les Chinois, puisqu'on ne pourra pas l'empêcher, qui nous entraîneront dans leur modèle avec tous les effets pervers que cela signifie.

Mais aussi, je crois qu'il faut être présent et moteur de l'Europe au niveau de l'IA. Et la France, grâce à sa filière qui est très structurée, très forte, c'est un levier phénoménal de productivité et d'innovation sans précédent pour nos entreprises. C'est donc une opportunité pour notre économie, pour les TPE, les PME. Par exemple, grâce à l'IA, on estime qu'un artisan, par exemple, peut gagner jusqu'à 2 heures par semaine. Il peut réinvestir dans son cœur de métier. Souvent, on entend des artisans dire que toutes les démarches administratives, ça leur prend trop de temps. Écoutez, si l'IA peut les libérer, si un artisan boucher, si une coiffeuse, un fleuriste peut gagner du temps administratif pour se recentrer sur son cœur de métier, je pense qu'il sera plus heureux. Les petites entreprises utilisent déjà les outils pour générer du contenu marketing par exemple, automatiser leurs relations avec le client ou analyser des documents.

Je dois cependant vous dire que, globalement, et ce n'est pas spécifique à la France, nous avons du retard. En Europe, c'est un peu à peu près la même chose que nous. Les artisans hésitent à passer le cap de l'introduction de l'IA dans leurs activités, pas parce qu'ils en ont peur, c'est juste parce qu'ils ne savent pas comment l'utiliser. Donc on a une vraie ambition d'accompagner les TPE, les PME et on a besoin pour ça de la CPME, du MEDEF, de la chambre de commerce, de l'université pour donner des cas d'usage simples aux artisans et aux commerçants et aux TPE, PME.

Au niveau des grands groupes dans l'industrie, l'automatisation des processus, la gestion intelligente des appels d'offres par exemple ou encore l'assistance juridique et administrative libèrent du temps et créent de la valeur. Pour chaque employé, le temps gagné dans un grand groupe peut être réinvesti dans des tâches plus épanouissantes, plus valorisantes parce que l'IA, telle que nous la concevons en France et en Europe, est basée sur l'humain. Il ne s'agit pas de remplacer l'homme, il s'agit de le libérer de tâches et de les rendre plus efficaces. L'IA n'est pas un gadget, c'est un moteur de croissance, d'emploi et surtout un moyen, nous l'estimons, d'améliorer la qualité de vie au travail en recentrant les salariés sur des tâches à plus forte valeur ajoutée.

Il y a des exemples partout. J'ai visité par exemple dans le Pas-de-Calais récemment une société qui s'appelle **EXALTA** qui fabrique des prothèses de genoux, de bras, de coudes. Donc une entreprise de très haute technologie qui a introduit l'IA sur de la maintenance prédictive dans la chaîne de production. C'est l'IA qui leur dit : « Attention là la machine, on pense qu'elle va bientôt avoir un petit souci. » C'est plus l'humain qui **décide**, c'est la machine qui dit à l'humain : « Attention, on arrive à un moment où il faudrait peut-être regarder la maintenance sur cet aspect. »

C'est aussi l'IA qui permet, lors de demande de prix par exemple ou de production d'un chirurgien pour éviter de fouiller dans les archives, ça prend des jours, des heures, des semaines, et bien c'est l'IA qui ressort le design de nouvelles pièces qui correspondent aux besoins du chirurgien en s'appuyant sur ce qui est stocké dans la base de données de l'entreprise.

Et puis enfin c'est l'IA qui permet aussi l'automatisation de leur chaîne de production. Pour nous toutes et tous, l'IA transforme déjà notre quotidien dans la santé. Par exemple, des outils comme ceux de **Glimmer** ou **Hokin** permettent des diagnostics précoces, une médecine personnalisée et même la conception de nouveaux médicaments. La télémédecine et les assistants virtuels désengorgent les urgences et rendent la santé plus accessible.

Dans l'éducation et la formation professionnelle, l'IA personnalise les parcours d'apprentissage, réduit les décrochages scolaires et brise les barrières linguistiques. Elle aide aussi des demandeurs d'emploi à se former et à se préparer aux entretiens, notamment grâce à des mots. Je l'ai vu cette semaine au salon de la formation. C'était en IA et par l'IA qui était assez bluffante.

De toute façon, je dirais que c'est une tendance, c'est une vague de fond. Nous aurons beau dire, beau dire, il ne faut pas y aller, il ne faut pas le faire, d'autres le feront. Ben écoutez, ça revient à ce que je disais il y a quelques minutes. Je préfère finalement accompagner ces formations en France et en Europe plutôt que de les subir version États-Unis ou Chine.

Dans la transition écologique, grâce à l'imagerie satellite et à l'analyse de données, nous pouvons mieux mesurer notre impact climatique et piloter des réseaux énergétiques intelligents comme **KOS**, **ENGIE** le pratique également.

Et dans les services publics, l'IA améliore le service rendu aux usagers, automatise les tâches répétitives dans les tribunaux par exemple. Il y a une très forte pression sur, par exemple, les greffiers dans les tribunaux. Bien, écoutez, les tâches administratives, si cela peut libérer du temps pour les greffiers pour qu'ils soient plus impliqués auprès des magistrats dans les dossiers, c'est ce qui est attendu par eux et optimise la gestion des villes et renforce la lutte contre la fraude également. Voilà quelques exemples.

Les cas d'usage, voyez, sont infinis et chaque jour, on en apporte de nouveaux, on en code de nouveaux.

Face à ces enjeux, le gouvernement agit avec détermination. Nous soutenons le développement d'une offre française et européenne d'IA. Nous avons des entreprises de très bon niveau et nous voulons en avoir encore plus et nous continuerons de les accompagner. C'est le meilleur moyen pour nous de réduire nos dépendances aux solutions étrangères et de donner à nos citoyens, nos concitoyens et acteurs économiques la possibilité d'utiliser des solutions souveraines.

Avec le Premier ministre et le ministre de l'Économie, **Roland Lescure**, nous accélérons la diffusion de l'IA dans toute l'économie et dans tous les territoires, notamment à travers un programme qu'avait lancé **Clara Chappaz** en juillet dernier. Il s'appelle **Osez l'IA**.

Nous facilitons l'implantation d'infrastructures de calcul sur notre sol puisque nous produisons des données. Les données, il faut les sauvegarder dans des data centers mais également les récupérer dans des calculateurs et si possible des supercalculateurs en France et en Europe. Avoir des centres de données et de calcul, ce sont des atouts stratégiques pour notre continent et nous disposons pour ce faire, réjouissons-nous, d'une énergie abondante, d'une énergie décarbonée, bien mieux valorisée en alimentant nos usages numériques qu'en étant simplement exportée, puisque nous exportons beaucoup d'électricité. C'est aussi une condition de la confiance et de l'indépendance lorsque des données sont sur notre sol. Ce sont les règles, nos règles, qui sont appliquées et je pense notamment au RGPD.

Nous avançons sur la préférence européenne également et nous travaillons pour que des administrations réduisent leur dépendance et se dotent d'outils numériques souverains pour améliorer le niveau de service en privilégiant, quand c'est possible, le recours à l'open source, qui n'est cependant pas la réponse à tout, mais on le pousse et on la cite.

L'objectif est clair : disposer de solutions IA souveraines qui ne mettent pas en danger nos démocraties, qui ne remplacent pas les salariés, mais qui réinventent leur métier, qui protègent tous les citoyens, en particulier les plus vulnérables. En un mot, nous travaillons sur une IA de confiance.

Pour y parvenir, nous avons déjà agi au niveau européen. Il y a deux textes principalement avec le **Digital Services Act (DSA)**, dont on parle beaucoup en ce moment avec au sujet de la majorité numérique, et l'**AI Act** qui encadre les usages les plus risqués, communément appelé le **RIA**, Règlement sur l'intelligence artificielle en français. En France, nous avons également en 2024 voté une loi, la **loi SREN**, Sécuriser, réguler l'espace numérique, qui nous donne des moyens concrets pour modérer les réseaux sociaux et protéger les utilisateurs. La France n'est pas isolée. Nous portons une vision d'IA durable, inclusive, au service de l'intérêt général sur la scène internationale.

Lors du sommet sur l'IA en Inde qui a lieu dans une quinzaine de jours. Le président de la République se déplacera avec des industriels français. Je défendrai une vision, notre vision, qui est celle d'une IA durable, inclusive, au service de l'intérêt général, je l'ai dit, et alignée sur nos valeurs démocratiques. Dans le cadre de la présidence française du G7, en 2026, c'est la France qui préside le G7. Il existe un G7 numérique que j'ai l'honneur de d'animer. J'ai annoncé à Montréal déjà que nous mettrons l'accent sur la sécurité, l'innovation, la durabilité et la protection des mineurs en ligne.

Au niveau européen avec nos amis allemands, nous travaillons à définir ce qu'est un service numérique européen. C'est très difficile de le qualifier. Autant on sait dire ce que c'est qu'une voiture européenne, autant on ne sait pas dire ce qu'est un service numérique européen. C'est ce à quoi on travaille avec les Allemands. Pourquoi tous les deux ? Pourquoi ce couple ? Parce qu'on sait que l'Europe repose beaucoup sur ce

couple et quand ils travaillent ensemble, généralement la commission est plus encline à aller de l'avant.

Mesdames et messieurs, ce que nous pouvons faire de bien avec l'IA, c'est ça, la question du colloque, et franchement je trouve que j'ai trouvé l'intitulé vraiment très intéressant. La question posée comme ça. Qu'est-ce qu'on peut faire de bien ? C'est positif en fait. L'interrogation, elle est ouverte.

Eh bien, c'est tout mettre en œuvre finalement pour nous, pour moi, pour tout mettre en œuvre pour que chacun ait le choix. Pour moi, on aura atteint un objectif positif. On fera le bien avec notre IA quand ce sera une source de liberté en fait pour les citoyens français et européens et mondiaux. Parce que quand je parle avec mes homologues du Maghreb, par exemple, j'ai parlé récemment avec mon homologue de Tunisie, il est très intéressé par ce qu'on fait en Europe parce qu'ils ont aussi leur culture à préserver. Ils ne veulent pas de biais à l'américaine ou à la chinoise. Donc c'est très intéressant et je pense que les valeurs qu'on porte, c'est un avantage concurrentiel compétitif dans le monde et qu'il faut défendre et pas du tout se laisser déstabiliser par ceux qui pourraient nous laisser penser qu'on est à côté de la plaque. Je ne citerai évidemment personne.

C'est faire en sorte que chacun partout dans le monde puisse bénéficier des promesses de cette révolution sans en subir les risques. L'IA n'est pas une fatalité, c'est un outil, une opportunité exceptionnelle, une responsabilité aussi. À nous de la façonner pour qu'elle serve le progrès, la justice et le bien commun. Les enjeux, et ce sera l'ouverture. Ça vous donnera des idées pour vos prochains colloques.

Les enjeux qui nous attendent et qui nous reviennent d'accompagner, c'est par exemple effectivement la rétribution des ayants droit culturels. C'est un vrai sujet, vous l'avez dit tout à l'heure à la table ronde, et bien c'est extrêmement important qu'on rétribue ceux qui créent, qui font la culture. L'IA moissonne et ne paye pas ses œuvres ou les créateurs de ces œuvres culturelles. Et il ne faut pas tomber dans l'opposition entre la régulation et l'innovation. Il faut trouver un juste milieu. Donc moi, j'y travaille et ça commence déjà par rencontrer les ayants droit culturels pour comprendre quelles sont leurs contraintes et qu'est-ce qu'ils attendent. Parce qu'on a des champions en France, on a Mistral et donc il faut penser aussi à son avenir pour contrer ChatGPT.

Un autre enjeu, la lutte contre la désinformation et les ingérences étrangères. On a également des tendances assez inquiétantes comme le masculinisme véhiculé par l'IA.

La France, l'Europe et bien nous souhaitons totalement prendre part à ces mutations, cette révolution. C'est une nécessité vitale face à deux blocs qui ne partagent pas nos valeurs et nos visions. C'est un travail que nous devons mener avec les parlementaires, avec les acteurs du secteur de l'IA. Comme vous le voyez, de nombreuses futures rencontres nous attendent à l'UBS pour nous accompagner et nous aider à faire des lois intelligentes.

Conférence 8 : Table ronde « Que pourrait-on faire de bien avec l'IA ? »

Animé par Cédric VILLANI - Mathématicien Université Claude-Bernard - Lyon-1

Luc JULIA - Expert IA

Isabelle COLLET - Université de Genève

Marie-Paul CANI - École Polytechnique et Académie des Sciences



Cédric VILLANI :

Je vais lancer quelques éléments que j'ai retenus et glanés. Puis, chers amis, on va vous demander si vous avez des questions, des sujets que vous voudriez aborder en plus, des frustrations, des commentaires et puis on laissera la parole à ce magnifique panel pour rebondir là-dessus.

Parmi les choses que l'on peut tirer de cette riche journée, en premier, incontestablement, on a eu bien des exemples de possibilités liées à l'intelligence artificielle pour réaliser certaines tâches complexes. Ça a été rappelé par Frédéric Miskawi, ça a été rappelé par Charlotte Pelletier et en particulier quand ces tâches complexes demandent l'agglomération de très nombreuses données, de données hétérogènes, d'intégrer des volumes de paramètres ou des volumes d'exemples qu'un cerveau humain ne peut pas assimiler.

Et on a eu des exemples qui étaient tirés de la santé, des exemples qui étaient tirés de bien des processus industriels. Le collègue Michel Dojay-Rochy, nous a parlé de certains diagnostics qui se faisaient avec une sûreté bien supérieure à celle des humains qui ont commencé à le faire à partir d'un certain niveau de complexité. On a vu plein d'exemples où ça pouvait faire quoi ? Surveiller.

On a eu l'exemple qui était proposé par Christophe Touré de surveiller les gigantesques bateaux de pêche chinois pénétrant dans la ZEE nouvelle-calédonienne ou s'agissant de surveiller des populations d'éléphants ou s'agissant de faire un état des lieux de tel ou tel processus économique. Donc surveiller, synthétiser, détecter, classer, faire des tableaux de bord qui doivent être simples. C'est ce que rappelait Mathilde Radec tout à l'heure pour pouvoir être utilisable.

Nouvelles œuvres d'art présentées par Ada Ackermann. Nouvelle possibilité pour les designers évoqué par Luc Julia.

De nouvelles formes de guerre. Alors nouvelles possibilités dans toutes les disciplines humaines si on veut. On a parlé de nouveaux types de drone, nouvelles obligations de savoir arrêter telle ou telle chose, nouveau couplage entre le drone qui reconnaît et le drone qui attaque, nouvelle forme de guerre virtuelle, nouvelle forme d'intelligence économique ou de conflit économique bien évoqué dans cette table ronde avec Bertrand Rondepierre et Philippe Clerc. Quelle était la formule de Cécile Peltier ? La capacité de Bertrand Rondepierre à dire aussi vite et aussi simplement des choses aussi terrifiantes était extraordinaire. Et effectivement, c'était le cas. Et c'est la réalité de ce qui est en train de se passer de se passer aujourd'hui.

Nouvelle possibilité signifie pour tout le monde. Ou comme disait **Geoffrey Hinton** il y a quelques jours, nouvelles possibilités pour les riches de s'enrichir sur le dos des pauvres et ainsi de suite. Il est assez remarquable que sur ces techniques qui sont des promesses dans bien des cas d'accession à de nouvelles capacités pour bien du monde, les gigantesques géants de l'industrie mondiale ce sont tout de suite demandés comment faire pour devenir encore plus gros, encore plus grand, encore plus fort et ainsi de suite. Il y a sûrement des tas de nouveaux modèles à trouver là-dedans.

Et ce qu'on a vu aussi comme exemple de tâche. Billal Chouli nous parlait de certifications qui se font de manière plus sûr, plus automatisé et qui permettent de gagner à la fois en rapidité de traitement et en sûreté de de certification.

À l'instant, la ministre Anne Le Hénanff nous parlait de nouvelles possibilités sur la formation professionnelle, de tentative de désengorger les greffiers qui n'en peuvent plus de toute la masse de choses qu'il faut noter, annoter et ainsi de suite. Et tout un tout un ensemble de professions. L'exemple des fleuristes avait été parfait puisqu'il avait aussi été abordé plutôt par l'une des intervenantes fleuriste pour justement demander avec quel état d'esprit se lancer là-dedans.

Chemin faisant, on a vu arriver un certain nombre de paradoxes. On aime bien les paradoxes en science ou dans la compréhension du réel de façon générale parce qu'il y a toujours quelque chose d'intéressant à en tirer.

On a rappelé, on a vu que à la fois la course au gigantisme domine l'actualité mondiale avec des annonces faramineuses qui se font en centaines de milliards et en investissement toujours plus gigantesque. Éric Bothorel nous rappelait certains des chiffres.

Mais pourtant, double bonne nouvelle, premièrement à ce jour, aucune preuve que les gigantesques investissements ait un retour sur investissement. C'est plutôt le contraire. Pour l'instant ce sont des pertes colossales. Et deuxièmement, Olivier Wong-Hee-Kam nous montrait sur un exemple qu'avec relativement peu de moyens, de la bonne volonté, une bonne définition de ce qu'on veut faire, des modèles ouverts à l'échelle d'université, on peut monter des systèmes qui sont compétitifs, répondants aux besoins et qui sont absolument dans les clous pour une trajectoire stable.

Et puis Mathilde Radec nous rappelait que dans bien des applications dans l'agroalimentaire, on n'a pas besoin de mégadonnées. Il suffit de quelques indicateurs bien choisis. Finalement, cette course au gigantisme qui domine l'actualité n'est pas forcément rentable et ce n'est pas forcément ce dont on a besoin.

La course à l'intelligence artificielle générale domine aussi l'actualité. On l'entend tout le temps, de **Marc Zuckerberg** à la présidente de la Commission européenne **Ursula von der Leyen**. Mais, Julien nous rappelait, maintenant ce dont on a besoin en pratique ne sont des choses super spécialisées qui ont pas du tout besoin d'avoir des compétences générales ou du bon vouloir, mais de la même façon qu'on n'a pas besoin du couteau suisse pour faire du bricolage, on a besoin d'un bon tournevis, d'un bon marteau, d'un bon maître, d'une bonne pelle, etc. Et ce genre de panoplie fait beaucoup plus de sens que cette course à l'intelligence artificielle générale souvent teintée de messianisme ou d'adventisme, cette idée religieuse qu'on fabrique le nouvel être.

On a évoqué que, bien sûr, l'intelligence artificielle se travaille dans le virtuel. On l'a évoqué tout à l'heure, c'est la classification de la synthèse, en sommes, tout ce qui relève des sciences de l'information. **Mais souvent cela se heurte durement au réel.**

Soit parce que ce sont des obstacles énormes à l'atteinte d'objectifs pour la société. C'était en partie l'exposé de Lou Welgryn sur la consommation gigantesque et tous ces data centers qui représentent un bilan carbone considérable et ainsi de suite.

Cela peut se heurter au réel quand on se rend compte évidemment que tel et tel algorithme se retrouve après dans des menaces physiques, dans telle et telle forme de guerre ou dans des menaces sur l'économie réelle, à partir de cas de figures dans lesquels l'ensemble de l'économie surchauffe. Cela peut se heurter au réel mais, comme nous le rappelait l'exposé de **Justine Lipuma** et **Mycophyto**, quand on a la

composante réelle aussi, en l'occurrence de la biochimie, les bons spores mycorhiziens, quand on a en plus la capacité d'agir sur le réel, alors on peut effectivement transformer l'essai et passer non seulement de la question du plan et de la question de l'information à quelque chose qui est une vraie réalisation.

Ou, c'est dans l'exposé, dans ce que rappelait Marie-Paule Cani, tous les algorithmes possibles et plus de créativité, mais en plus le contact avec l'expérience réelle des humains qui utilisent avec leurs gestes en situation pour faire de nouveau dragon ou qui sait quoi. En tout cas quelque chose qui enrichit notre imaginaire et nos réalisations artistiques.

Sur la question de la promesse de l'IA de révolution et de donner une nouvelle capacité aux uns et aux autres. Il s'agit du discours habituel pour vendre l'IA, mais comme l'ont rappelé les uns et les autres, Luc Julia par exemple, si on a du recul, on voit que dans les 70 dernières années, il y a eu tellement déjà de cycles, de promesses, d'effondrements, qu'il faudrait être naïf pour croire que c'est différent cette fois-ci.

On voit que dans bien des cas, ces promesses de révolution, elles se heurtent à des archaïsmes et des attitudes conservatrices ou rétrogrades de la société dans son ensemble. C'est l'exposé avec Isabelle Collet et puis ce que nous racontait Laurence Devillers aussi sur la façon dont il a été réutilisé, détourné, utilisé en boomerang.

Soit s'incruster dans des évolutions néfastes de la société comme le fait qu'on ait bien moins de programmeuses aujourd'hui ou de femmes dans la tech qu'on en avait dans les années 80 parce qu'il y a une notion de domination, de puissance qui est là maintenant et qui n'était pas à l'époque et qui a fait pencher la balance du mauvais côté.

Mais aussi, quand on voit que certains des pires appétits, alors appétits impérialistes des États pour se manger les uns les autres, qui nous rappelaient qu'on avait la science géopolitique.

Il y a deux jours, l'Association internationale des physiciens nucléaires a mis à jour sa *Doomsday Clock*, l'horloge de la mort. Elle a été fondée juste après la Seconde Guerre mondiale, en 1947, pour dire le temps qui nous reste avant minuit, sous-entendu la guerre mondiale. Et au fur et à mesure des années, elle a été plus ou moins proche de minuit quand il y avait les grands accords de désarmement entre Russie et États-Unis. Fin des années 80, début des années 90, elle a été retardée par rapport à minuit. C'était un quart d'heure ou 20 minutes avant minuit. Ils ont estimé aujourd'hui qu'on était à 85 secondes et évidemment c'est le sentiment exprimé par la communauté internationale des physiciens nucléaires qui ont quand même le fait qu'ils sont au contact de l'actualité internationale qui réfléchissent à ce sujet depuis 80 ans et c'est le plus près de minuit qui a jamais été. Selon eux, le risque de guerre mondiale est plus proche que tout ce qu'on n'a jamais vu depuis la Seconde Guerre mondiale. Est-ce que l'IA là-dedans vient

dans une promesse de révolution de changement ? Je dirais, au contraire, qu'elle aggrave le risque.

Et il y avait ce livre il y a quelque temps de **Thomas Gomard**, *L'Accélération de l'histoire*, qui montrait sur des exemples comment la crise géopolitique, la révolution technologique et la crise environnementale, les trois brins, se renforcent l'un l'autre pour amener de plus en plus d'incidents, de plus en plus d'occasions de conflit, de plus en plus de disputes sous-stratégiques et ainsi de suite.

Donc une promesse de révolution, mais qui nous conforte dans nos très classiques et très anciens défauts. Depuis des millénaires, les conflits humains se résolvent avec la guerre et ensuite repartent avec le massacre. Ce n'est pas vraiment une solution acceptable. Voilà quelques-uns des paradoxes que l'on a vus.

Un paradoxe bien plus sympathique qui est apparu à plusieurs reprises et qui pour le coup était positif. On parle d'IA, on a l'impression que ce sont les humains qui se retrouvent à dialoguer avec quelque chose d'autre ou à expérimenter comme entrer en contact avec une nouvelle forme d'intelligence. Et puis à la fin, on se retrouve à s'interroger sur nous-mêmes, sur nos sociétés. On redécouvre des pieds dans nos représentations culturelles comme dans l'exposé très riche d'Ada Ackermann. On retrouve, on se met à parler, c'est ce que disait Mathilde Radec, obligés de s'expliquer les uns aux autres ce qu'on fait pour que cela puisse être mis dans l'algorithme. Ce sont des métiers différents qui se mettent à parler. Et puis cette confrontation habituelle que tout le monde a pu rencontrer dans différents secteurs, y compris en mathématiques, quand on s'occupe d'automatiser une tâche, on est amené à s'interroger sur la façon dont on l'a fait. Souvent, on découvre des erreurs dans la façon dont on la traite ou des choses qu'on pourrait mieux faire.

Un exemple qui a fait du bruit il y a quelques temps était quand on s'apercevait que les algorithmes pour discuter avec les patients avaient de bien meilleures notes de satisfaction que les médecins discutant avec les patients sur des études, sur des tests. L'une des explications était que le médecin n'est pas forcément toujours super empathique et super humain, comme on dit, à annoncer les résultats. Une autre explication étant que le médecin est occupé à remplir les fiches de données sur son ordinateur en même temps qu'il présente le diagnostic. En moyenne, le médecin passe à peu près un tiers du temps de l'entrevue seulement à discuter avec le patient et deux autres tiers à réfléchir, marmonner ou faire son affaire. Et puis même physiquement, souvent dans la salle de communication, l'ordinateur se retrouve entre le médecin et le patient de sorte que le contact n'est pas si plaisant, finalement. Une fois que vous avez cela, vous allez vous dire : « Mais finalement, est-ce que l'on ne devrait pas remettre en question la façon dont ça se fait dans les salles de consultation et la façon dont les diagnostics se mettent ? »

Un exemple qui avait été dramatique et pour le coup fascinant, il y a quelques années quand, dans la Silicon Valley, on découvre que la très impressionnante et très importante diaspora indienne a recréé dans la Silicon Valley le système des castes en vigueur en Inde depuis des millénaires, officiellement abandonnés au monde de l'indépendance indienne mais en réalité toujours actifs. Et que dans la Silicon Valley, dans cet endroit qui est censé inventer la modernité, on avait des promotions qui étaient refusées parce que les personnes n'avaient pas la bonne caste, des personnes qui se retrouvaient virées parce qu'elles avaient manqué de respect à quelqu'un de la caste supérieure et ainsi de suite. C'est l'occasion de s'interroger et de revenir sur des pratiques et de voir dans ces espèces de miroir les pratiques humaines et de s'interroger dessus.

Le moindre des paradoxes, à la fin, n'est pas qu'un de mes collègues, formé en ingénierie au départ, cher Éric, et puis à moi, fils de prof de lettres, apprenne un nouveau mot : la zemblanité. Chapeau. Intéressant et à coup sûr extrêmement universel là-dedans. Je m'en souviendrai.

On apprend tous à se connaître les uns les autres en discutant de ce sujet extrêmement et autant interdisciplinaire. À la fin, on a bien vu qu'on est dans un bateau commun les uns les autres. Je sais plus qui a dit moratoire, c'est Marie-Paule, je crois. Moratoire peut-être, mais si tout le monde le fait en même temps et comme ça ne se fera juste jamais, on se retrouve à devoir tenir compte à la fois de ce qu'on aimerait idéalement, mais de ce qui se passe et de toutes les pratiques. Et il y a, certes, cette promesse de liberté peut-être, mais on est enchaîné au comportement des autres avec bien plus de fils et de cordes les uns aux autres.

Et là-dedans, à la fin des fins, il faut à la fois agir avec agilité par rapport à cette vague mais aussi savoir ce que l'on est et ce que l'on veut. Luc, tout à l'heure, récoltait un franc succès en nous expliquant pour l'éducation : « Surtout continuer l'éducation classique. » Certains font des grands succès de librairie avec des livres qui disent : « N'apprenez plus, j'ai plus commencé. Ne faites plus d'études. » Luc nous dit au contraire : « Faites des études. On a besoin de gens qui sachent faire des mathématiques bien sûr, de l'industrie, du bricolage, de la philo, de l'histoire, de l'agriculture, de l'art, de la poésie, etc. » Et après on va se demander quel est le projet humain, le projet de société ? Éric nous rappelait que le projet de société est certes l'argent que l'on dépense sur tel endroit, mais c'est le temps, le travail, les fonctions et les occupations, y compris la boisson et les amis. Et quel lien veut-on à passer ensemble les uns avec les autres ?

Au bout du compte, un certain nombre de choses qui sont passées à travers différents secteurs, un certain nombre de ces paradoxes instructifs et puis ce constat réitéré maintes fois. On croit que l'on parle d'un sujet technique et on se retrouve à parler d'un sujet politique. Ô combien politique. Et abordé au niveau de l'individu, au niveau des

entreprises, au niveau des sociétés, au niveau de la France, au niveau de l'Europe, comme le rappelait Anne Le Hénanff il y a quelques instants.

Chers amis, après ce petit tour d'horizon, c'est l'occasion de rappeler quelques ingrédients pépites de ce qu'ont pu mettre les uns et les autres sur la table, à vous la parole de ce dont vous avez envie qu'on discute dans cette dernière ligne droite avec nos vaillants et magnifiques invités. Avez-vous des sujets en plus, des choses sur le cœur ? Vous dites : « Il faut absolument que l'on parle en plus aussi et c'est le moment. »

Rodolphe :

Bonjour. Rodolphe... Je suis patron de PME de 25 salariés. Je cherche des cas d'usage de l'IA. Je teste à peu près toutes les IA. Je joue avec toutes celles qui existent. C'est sûr que c'est super Mistra. Alors Luc Julia ne dira pas le contraire. Je suis fan, je ne suis pas très objectif, mais aujourd'hui, on dit que ce qui compte est l'exécution et pas la vision. C'est très américain, mais c'est vrai. Je vois la vision qu'ont les Américains ou les Chinois. Je lisais Kai-Fu Lee en 2017 et je vois que ça se réalise un peu entre la guerre mondiale Chine et États-Unis sur l'IA.

Nous, et j'ai écouté la ministre, on veut avoir une vision sur l'IA européenne. C'est super. Maintenant, quitte de l'exécution parce que tout est clé là-dessus. Je vois Gaia-X, je ne sais pas où c'est. Et l'autre sujet qui me vient, c'est sur ce que disait Luc, je lis Desmurget sur *La fabrique du crétin digital*. Que fait-on dans l'exécution pour former les cerveaux en France ?

Cédric VILLANI :

Super, on garde bien ça en tête. L'exécution en France au niveau européen, Gaia-X, et quoi former de tout cela ?

Personne :

Oui, bonsoir à toutes et à tous, je voudrais commencer déjà par vous remercier ainsi que toutes les personnes qui sont intervenues aujourd'hui pour votre éclaircissement et tout ce que vous avez apporté comme compétence et comme connaissance sur le sujet qui est très vaste, on l'a vu aujourd'hui.

Ma question, elle est en lien avec beaucoup de choses qu'on a pu entendre sur le côté des utilisations de l'IA et notamment pour reprendre ce que monsieur Julia disait aussi cet après-midi sur le fait de ne pas devenir des crétins à consulter ChatGPT. Ma question est plus : qu'est-ce qu'on peut faire de bien pour éviter toutes les dérives de l'utilisation

déraisonnables de l'IA et notamment des outils qu'on a aujourd'hui trop facilement à disposition ?

Cédric VILLANI :

Ne pas devenir des crétins. Bon projet de société. Qui d'autre ?

Pierre TRENOT :

Oui, bonsoir Pierre **Trenot**, cofondateur d'une coopérative dans la santé numérique. Une question qui finalement a été traitée peut-être de façon indirecte, mais qui me tarabuste, c'est : en quoi l'IA est en train de bousculer la notion de créativité chez l'homme ? On est tout le temps en train de comparer la créativité de l'IA, les créativités de l'homme. Est-ce qu'on est bien toujours créatif ou est-ce que nous aussi, êtres humains, nous ne sommes pas dans la répétition et que, quelque part, l'IA est en train de nous aider à faire la différence entre ce que l'on fait par répétition et ce que l'on fait par démarche créative ?

Cédric VILLANI :

En train de booster, de favoriser notre créativité. Peut-être là, on ne l'entendait pas. Éric.

Éric BOTHOREL :

Oui. Aujourd'hui, on est dans un environnement où on a des contenus synthétiques d'un côté, naturels de l'autre et donc on se prend à rêver, à poser des bases de régulation ou de protection des auteurs.

Je reviens sur ce qui a été dit après que je sois intervenu sur la monnaie, les auteurs. On a vu des choses sur le *fingerprint*, le *watermark*, etc., pour labelliser finalement des contenus qui sont synthétiques. Mais est-ce que l'on ne se berce pas un peu d'illusions compte tenu que le monde de demain sera uniquement fait de données qui seront de toute façon massivement hybridées entre le contenu naturel et le contenu avec un peu d'intelligence artificielle, avec un peu de retouche, et qu'en vrai on aura que des contenus qui seront de toute façon massivement synthétiques ?

Et la deuxième question, c'est la limite de la régulation aujourd'hui pour revenir sur les enjeux de **Grok**. Est-ce que l'on n'est pas au bout d'un système ? Le système de régulation aujourd'hui des contenus illicites repose sur le fait que les plateformes doivent retirer des contenus une fois qu'ils ont été signalés. Mais comment ça se passe

quand on a dans la pièce d'à côté de ceux qui sont censés modérer une usine qui fabrique des trucs qui sont totalement illicites ? Je pense à Grok qui fait des trucs sur le terreau, sur la pédo et sur le machin.

Voilà, donc un sujet de régulation et un sujet de : est-ce que finalement on n'a pas un biais de réflexion aujourd'hui sur l'idée qu'on se fait du monde de demain en distinguant des contenus qui demain seront de toute façon tous avec de l'intelligence artificielle dans des degrés différents ?

Cédric VILLANI :

Une autre question ?

Éric DUFLLOT :

Oui, bonsoir. Merci pour les interventions. Donc, Éric Duflot, je suis enseignant-chercheur à la retraite et aussi maintenant administrateur à la Maison de l'Europe de Rennes et de Haute-Bretagne. Ma question est que plusieurs fois dans la journée, j'ai entendu le fait que les outils de l'IA ne devaient pas être des boîtes noires. Il devait comprendre comment cela fonctionnait. Je ne suis pas mathématicien, mais ces outils reposent sur les réseaux de neurones et là, le peu de connaissance que j'en ai, c'est que pour moi ces réseaux de neurones sont des boîtes noires.

Pour moi, il y a quelque chose qui est un peu incompréhensible. Donc un système où l'on puisse comprendre comment il fonctionne. Et d'un autre côté, l'outil qui est utilisé sur le plan mathématique est quelque chose que, pour moi, l'on ne peut pas comprendre.

Cédric VILLANI :

Une boîte noire inspirée de matière grise. Et la dernière.

Pierre BAUDOIN :

Pierre Baudoin, merci pour toute cette journée. C'était vraiment très intéressant et cela a été légèrement abordé, je crois, cet après-midi, mais pas trop. Et qu'en est-il, puisqu'on parle de ce qu'on pourrait faire bien, de l'IA comme vecteur des réductions des inégalités, inégalité sociale, culturelle ?

Cédric VILLANI :

Et donc, elle est contre la malédiction évoquée par **Geoffrey Hinton**, comme je le rappelais. Allez, qui se lance, chers amis, pour commencer ? Marie-Paule, elle a envie.

Marie-Paule CANI :

Oui. Alors, moi, j'avais envie de répondre à une des questions qui était en effet : les humains, nous aussi on répète, nous aussi on copie, et le fait même sans doute plus vite que nous pour combiner, copier, transposer des tas de contenus existants. C'est vrai, mais l'humain fait ça pour deux choses.

Déjà, il le fait pour apprendre, puisqu'en fait, on ne peut pas apprendre à faire un geste bien ou à prendre une capacité cérébrale sans répéter cet exercice. Donc ça, c'est super. On le voit par exemple, les grands peintres ont appris dans des ateliers où ils commençaient par copier des tableaux de maître. Alors bien sûr quand on veut créer des nouveaux contenus, cette activité de copie, de transposition, de faire des choses intermédiaires, l'IA le fera beaucoup plus vite que nous. Et donc c'est l'occasion pour nous, effectivement les humains, d'être plus créatifs.

Cela me permet de rebondir sur l'expertise qu'il faut que l'on garde en tant qu'humains, le fait qu'il faut cette formation et tout ça. Je vais prendre l'exemple des grandes avancées de l'IA en sciences, dont on a très peu parlé. Alors que cette conférence est « Que faire de bien avec l'IA ? » En fait, bientôt, le 17 mars à l'Académie des Sciences, on a une conférence grand public en français à laquelle vous pouvez vous inscrire qui porte sur les grandes avancées récentes en sciences permises par l'IA. Et on a une dizaine de scientifiques de toutes les disciplines qui viennent nous présenter ça sur une journée.

Et ce qui est passionnant, c'est de voir comment, en mélangeant leur expertise très pointue dans leur métier, ils ont su personnaliser et utiliser à bon escient des outils d'IA qui ont permis de faire des bonds et des avancées très gigantesques, que ce soit la découverte d'exoplanètes ou bien la conception de nouveaux matériaux ou bien **AlphaFold**. Donc il y a même l'IA qui a gagné les olympiades de maths, l'équivalent d'une médaille d'or.

Cédric VILLANI :

Elle n'a pas gagné parce qu'elle n'est pas humaine et par définition c'est un concours humain, mais c'est sûr que face aux énoncés elle a eu l'équivalent d'une médaille d'or.

Marie-Paule CANI :

Tout cela sera expliqué dans cette conférence-là et je voulais aussi vous mentionner cette utilisation positive de l'IA.

Isabelle COLLET :

Il y a deux questions qui m'ont parlé. Celle sur l'éducation évidemment, car c'est mon boulot, puis celle sur les inégalités, car c'est aussi mon boulot.

Sur l'éducation, quand la calculatrice est arrivée, on a dit : « Les enfants, ils connaîtront plus leur table de multiplication. » Moi, quand j'étais en primaire, la calculatrice existait. J'ai appris mes tables de multiplication. Je n'ai jamais appris à extraire une racine carrée à la main. Je n'ai pas l'impression que ça va super manquer pour la suite de mes études. Même si j'ai mal tourné, j'ai fini en sociologie, je vous l'accorde. Mais je ne sais pas qui ici a appris à l'école à extraire une racine carrée à la main.

Le problème est que l'IA a énormément plus de compétences que la personne qui apprend. Quand les correcteurs d'orthographe sont arrivés, on a dit : « Ouh là là, les élèves ne connaîtront plus l'orthographe. » On peut débattre s'ils connaissent ou pas l'orthographe, mais si vous cliquez sur tous les trucs rouges que vous dit Word ou Antidote, ça ne va rien donner d'extraordinaire. Vous allez peut-être améliorer un peu votre texte. Moi qui suis très mauvaise en orthographe, ça me l'améliore. Mais c'est bien aussi parce que je connais les règles que ça m'améliore vraiment. C'est-à-dire, il y a moitié du travail de l'IA, enfin du logiciel qui, pour le coup, fonctionnait aussi avec de l'IA. Et aussi ce que j'ai appris de l'orthographe.

Il faut savoir à quel moment l'IA doit arriver dans l'éducation. Donc quand même apprendre les tables de multiplication, quand même apprendre l'orthographe et à un moment on peut faire intervenir l'IA.

Je suis revenue à des évaluations papier-crayon. Je suis revenue à des évaluations orales. Sauf qu'évidemment quand j'ai 200 étudiants et étudiantes, je ne vais pas les prendre un par un à l'oral. Je les convoque quand j'ai des doutes sur la qualité de leurs écrits.

Cela nous oblige à réfléchir en tant qu'enseignants et enseignantes à ce que l'on fait. Mais l'arrivée de l'IA générative ne condamne rien, pas plus que la calculatrice a condamné quoi que ce soit. Il va falloir que l'on s'adapte et j'espère que l'on s'adaptera intelligemment en continuant à réfléchir, comme l'IA, à partir de quand la calculatrice est intéressante ou le correcteur d'orthographe.

Sur les inégalités, l'IA toute seule, quel que soit le système d'IA que l'on va utiliser ne va pas corriger les inégalités. Par contre, dans la série « Que faire de bien avec l'IA ? » On peut l'utiliser pour sonner des sonnettes d'alarme parce que comme cela fait un buzz, j'ai beaucoup aimé ta définition tout à l'heure, je vais la réutiliser. C'est un mélange entre

la définition originale de 1955 et la version Villani. Dans « Que peut faire de bien ? », c'est utiliser le buzz de l'IA pour mettre le doigt sur les inégalités. C'est-à-dire que lorsque l'on a vu arriver les différents biais algorithmiques, je me suis dit qu'on allait prêcher dans le désert. Et non, on a beaucoup parlé de discrimination algorithmique. Cela ne veut pas dire qu'on l'a résolu, mais au moins on en parle. Et c'est déjà extrêmement intéressant.

Grâce en quelque sorte à l'arrivée des systèmes d'intelligence artificielle en entreprise avec une fondation de Genève qui s'appelle **ImpactIA**, on a saisi l'occasion de former des responsables d'entreprise, administration ou entreprise, au défi qu'a amené l'IA en termes d'inclusivité.

On n'aurait pas eu l'IA en cheval de Troie, on n'aurait pas réussi de nouveau à leur parler d'inégalité. On nous a dit : « Oh, encore un moule sur la diversité. » Non, un moule sur l'IA et la diversité. Je sais bien que l'on joue, que c'est un cheval de Troie. Mais le fait est que l'IA peut remettre la question des inégalités au centre. Quand on avait accusé par exemple Amazon en 2016 pour l'IA, autant dire que cela a provoqué une forte polémique.

Mais quand on a accusé l'IA d'Amazon de recruter que les hommes et pas les femmes et qu'Amazon avait fait une IA sexiste. Mais ce n'était pas l'IA d'Amazon qui était sexiste. L'IA avait très bien compris comment Amazon recrutait. Elle a juste dupliqué le système RH. C'est un révélateur du fonctionnement du système RH. On peut tout à fait demander à un système d'intelligence artificielle de sortir une *shortlist* paritaire et non pas de se baser sur les données de la société et de la cloner, mais de se baser sur les données d'une société que l'on voudrait avoir.

Donc on peut faire, si on veut politiquement, des choses bien avec l'IA en termes d'égalité. Est-ce qu'on le veut vraiment ? J'espère.

Cédric VILLANI :

On espère. On espère. Luc.

Luc JULIA :

Moi, je vais revenir sur deux points. Je vais commencer par la question que l'on a posée sur la boîte noire. La boîte noire pour les matières grises. J'aime bien ce que tu as dit. C'était bien.

Les boîtes noires sont noires seulement pour ceux et celles qui ont envie qu'elles soient noires. C'est-à-dire que ceux qui vont concevoir les systèmes d'intelligence artificielle, quels qu'ils soient, que ce soient des réseaux de neurones ou pas, savent vers quoi les systèmes vont tendre. C'est-à-dire que quand ils construisent ce système, ils ont une

idée, c'est statistique, vers quoi cela va aller. Ce n'est donc pas complètement noir pour eux. Ils ont cette idée directrice. On ne peut pas dire que ce sont des boîtes noires.

Quand on réfléchit bien, quand on regarde dans l'histoire de l'humanité, toutes les inventions, tous les nouveaux machins quand ils arrivent, c'est des boîtes noires pour certaines personnes, mais pas pour ceux qui les ont inventés. Je prends un exemple de mathématiques, un exemple familial qui est de Gaston Julia. **Gaston Julia**, qui était un mathématicien brillant, qui en 1914 a mis en évidence ses fractales.

Cédric VILLANI :

L'un des fondateurs effectivement, bien avant **Benoît Mandelbrot** et d'autres qui l'ont popularisé. Il y a un fameux ensemble de Julia qu'on apprend.

Luc JULIA :

Ce brave Gaston, en 1914, écrit quelque chose sur les fractales. Il écrit une équation qui pour les mathématiciens était facile. C'était quelque chose. Ils ont dit : « Oui, c'est sympa, c'est rigolo. » Pour le commun des mortels, ils n'ont rien compris. C'est une équation mathématique, une exponentielle machin. Rien compris

Il a fallu attendre 40 ans, 1955, pour que Mandelbrot, élève à Polytechnique, élève de Julia à Polytechnique, dise de partir aux États-Unis et on lui file une machine, un ordinateur et il rentre l'équation de Mandelbrot, l'équation de Julia, mais il l'avait appelée Mandelbrot, il ne va pas se gêner. Il rentre l'équation de Julia dans l'ordinateur et apparaît à l'écran cette magnifique fougère que vous connaissez tous aujourd'hui comme étant la représentation des fractales. Les propriétés fondamentales des fractales apparaissent automatiquement dans ce dessin, dans cette fougère. Que voyez-vous dans la fougère ? Vous voyez qu'à chaque niveau de la fougère, il y a la même fougère et la même fougère et la même fougère. N'importe qui a compris ce que c'était qu'une fractale grâce à ce dessin. La boîte noire est devenue transparente grâce à ce dessin. Cela a mis 40 ans.

Alors je ne suis pas en train de vous dire que cela va mettre 40 ans pour les IA pour qu'on comprenne tous parce que les IA, il y a beaucoup de données, machin. Quand on parle de milliards de données dans un truc, cela va être un peu compliqué. On pourrait créer des IA qui vont suivre les IA pas à pas pour comprendre les IA. Mais ce n'est pas la peine de péter la planète en plus, comme l'a dit Olivier, pour en plus faire des IA qui vont comprendre les IA.

La boîte noire est un mythe, ce n'est pas une boîte noire. Si on a vraiment envie de l'expliquer, on peut l'expliquer. C'est ce que je voulais dire.

Maintenant, je veux parler de l'autre truc, on n'a pas posé la question mais je vais me donner la réponse. C'est culturel en fait l'histoire ici. Donc on parle beaucoup de souveraineté. La réalité est qu'il faut, dans ces IA, à un moment donné assumer les biais. En tant que *data scientist*, on a toujours l'impression qu'il faut avoir un beau *data lake*, des belles datas comme il faut qui ne sont pas générées, qui sont des belles datas sans biais, etc. Cela n'existe pas.

Aujourd'hui, les datas sont biaisées. Les biais de genre sont là. 70 % d'Internet est américain. Les IA sont américaines. Aujourd'hui, les IA vous répondent comme des bons petits écoliers américains, si tant est qu'il y en ait. Mais ça c'est un autre problème, l'éducation américaine est terrible. Je peux vous le dire, j'ai des enfants.

Donc on a aujourd'hui à assumer que l'on doit biaiser les données, biaiser les datas, et biaiser les IA. Les IA doivent être biaisées parce que de toute façon on doit dire qu'on veut une IA française, on veut une IA africaine, on veut une IA singapourienne, on veut des IA qui culturellement sont biaisées. C'est super important à comprendre. Il faut arrêter de dire que l'on veut un truc qui va être optimal, machin générique, extrême magnifique. Ce n'est pas possible. Donc biaisons toute ta journée, c'est ce qu'il faut faire.

Cédric VILLANI :

Ça, c'est de la *punchline*. Mathilde.

Mathilde RADEK :

Oui, je vais essayer de passer après ça. Non, je voulais juste rebondir sur les inégalités. Je pense qu'il y a une chose que l'on n'a pas abordée que l'IA peut permettre. On le voit en entreprise, mais je pense que c'est vrai aussi dans la société, c'est l'illectronisme. Je pense que jusque-là, il y avait quand même un gap de compétences sur l'utilisation de l'informatique et les gens n'osaient pas le dire.

Ce que l'IA apporte aujourd'hui, notamment par la possibilité de converser et de poser des questions de façon orale, c'est finalement de remplir des gaps. On voit des gens qui n'osaient pas trop avouer qu'ils maîtrisaient mal des choses, tout comme des tableaux Excel, des outils de tous les jours. Cela permet aujourd'hui de rapporter de la compétence et cela leur permet de rattraper un retard qu'ils n'avaient jamais pu combler.

C'est vrai aussi dans notre quotidien. Je ne sais pas si vous avez des personnes âgées autour de vous, mais j'imagine que oui. En fait il y en a plusieurs, j'ai le cas autour de moi qui me dit : « Maintenant je converse. » Je lui dis : « Vas-y, redis-moi ce qu'il y a dans ce

formulaire, » parce que soit la vue est mauvaise, soit c'était extrêmement difficile à remplir, qui dit : « Aide-moi à remplir ce formulaire. » Ce n'était pas de la phobie administrative, c'était plutôt un manque de capacité administrative. Cela réconcilie aussi certaines choses dans la société et dans l'entreprise, des choses qui étaient complètement invisibles et du manque de compétences qui était finalement caché, et je trouve que c'est plutôt quelque chose d'assez positif.

Et après, il y avait la question de l'expertise : comment ne pas devenir crétin ? Cela a été largement abordé. Effectivement, les IA généralistes ne sont pas la solution. Une des solutions pour tester et pour inciter les gens à tester est de tester sur un domaine sur lequel ils sont extrêmement compétents pour voir effectivement comment elle peut les aider à augmenter leur réflexion et puis après de proche en proche de dire : « Je vais avoir la curiosité d'aller essayer d'autres sujets. »

Cédric VILLANI :

Comme tu en parlais dans ton exposé, c'était aussi par exemple quand Alain Perrin nous parlait du processus d'expérimentation qui se met en place entre le programmeur et le métier, qui est une occasion de dialogue à travers ces cycles d'expérimentation, une occasion de communiquer. Merci cher panel. La parole a commencé avec Emmanuel aujourd'hui. Elle termine avec Emmanuel.

Emmanuel FRENOD :

Je veux aussi contribuer à répondre à la question. Donc je veux dire effectivement : que pourrait-on faire de bien avec l'IA ? Et je vais aussi, je pense, répondre partiellement à diverses questions qui ont été posées.

Je crois profondément qu'une très bonne application de l'IA est de l'utiliser pour aller optimiser des processus industriels. Donc faire ce que l'on va appeler du pilotage optimisé et robuste des activités des entreprises et surtout des processus industriels, des processus d'agriculture et des processus d'élevage.

Faire cela demande de développer des outils qui sont ultra spécialisés, un peu ce que disait Luc à base d'apprentissage. Donc des IA, des petits modèles d'IA très spécialisés qui savent faire très bien une tâche et je pense que ça amène à faire dialoguer des gens de métier avec, comme c'était moi, c'était un mathématicien pour arriver à réellement conceptualiser et bien décrire les process pour arriver à les modéliser pour justement pouvoir faire ces outils ultra-spécialisés dans lesquels après ce qu'on n'a pas réussi à modéliser, on le met avec de l'apprentissage statistique. C'est comme cela d'ailleurs que cela devient des petites IA.

Ce ne sont pas des boîtes noires. Il y a un petit peu de quelque chose parce que dans l'apprentissage, on ne sait pas vraiment ce que cela fait, mais on sait que l'on se base sur un modèle qui décrit réellement un processus métier parfaitement connu, parfaitement décrit, parfaitement modélisé et parfaitement conceptualisé. Je pense qu'il s'agit ici vraiment d'une force.

Mon expérience est que cela aussi amène à former des gens à une conceptualisation des choses rigoureuse avec de l'outil mathématique. Généralement, quand je l'explique à des gens qui ne sont pas mathématiciens, je l'expurge de tout le jargon mathématique pour n'en garder que la quintessence qui est : comment traduit-on un processus d'une activité d'entreprise en quelque chose qui est mathématisable pour ensuite l'intégrer dans une IA ? »

C'est cela que je crois et je pense que c'est réellement une des vocations en particulier de l'IA dans le monde de l'entreprise, c'est de pouvoir réellement aller vers du pilotage meilleur, du pilotage plus robuste, plus optimisé. Et là, je pense que cela vaut le coup de cramer un peu d'énergie et un peu d'eau, par exemple, pour des processus agricoles pour ensuite en économiser énormément lorsque l'on applique l'IA et qui permet de finalement avoir un processus qui sera beaucoup plus optimisé.

Je vais m'arrêter là sur le propos que je voulais tenir et la réponse à la question que je voulais donner. Et Cédric voudrait dire quelque chose ?

Cédric VILLANI :

Ouais, on n'a pas complètement répondu à toutes les questions, mais c'est bien qu'il y en ait en suspens sur la question de toutes ces données qui vont être massivement hybridées et réelles. Biaisons les données massivement. Hybridons. Sur la question de la régulation, mais de l'action, c'est le chapitre qui vient pour sûr. Sur la question qui était posée, *for sure*.

Emmanuel FRENOD :

For sure.

Cédric VILLANI :

« Comment réduire les inégalités ? » reste en suspens. Le premier sujet est : « Il faut vraiment le vouloir. » C'est la première condition et le facteur limitant. Certaines questions que l'on a, comme vous avez entendu, certains des développements par ces scientifiques, vous les entendrez le 17 mars à l'Académie des Sciences sous la

présidence de ce colloque organisé par Marie-Paule. Chers amis, j'ai dit tout ce que j'avais à dire.

Emmanuel FRENOD :

Bien. Donc je pense que nous allons conclure cette journée. Donc, merci Cédric d'avoir animé cette table ronde. Je vais également remercier tous les intervenants de cette journée pour la grande qualité des propos qui ont été tenus. Je veux remercier aussi tous les participants qui sont venus, qui nous ont écoutés et qui ont pris du temps pour réfléchir avec nous, les questions qui ont été posées. Et donc je pense que nous allons effectivement conclure cette journée. Donc merci beaucoup à tous, merci beaucoup aux intervenants et aux participants et à bientôt.