

5 à 7 du Club Ville Aménagement

L'intelligence artificielle, et nous ? - Cédric Villani

Introduction – Ariella Masboungi

Bonjour à tous,

La petite interview de Cédric Villani que nous venons de réaliser sera disponible en ligne. En 5 minutes, vous saurez l'essentiel de ce qu'il dira aujourd'hui, en très condensé.

Cédric Villani, merci d'être là. Nous ne nous sommes jamais rencontrés mais vous m'avez un jour invitée à une conférence à laquelle je n'ai pas pu venir et nous avons entretenu une conversation par mail. Un beau jour, je me suis jetée à l'eau pour vous demander si vous accepteriez de venir faire cette conférence. Vous avez volontiers accepté et nous sommes très heureux de vous recevoir.

Vous êtes mathématicien, député de l'Essonne et vous avez eu la médaille Fields qui correspond au Nobel des mathématiques, décerné avant l'âge de 40 ans. Vous racontez très bien, dans *Théorème vivant* (Grasset, 2012), un petit roman avec beaucoup de formules mathématiques, la course après la montre pour arriver à trouver ce théorème vivant avant vos 40 ans, aux côtés de votre collaborateur. Vous êtes également l'auteur de romans, dont cet entretien avec le musicien Karol Beffa, *Les coulisses de la création* (Flammarion, 2015).

Ici, nous sommes plutôt des urbanistes et des aménageurs, intéressés par ce que vous pouvez nous dire à cet égard, mais dans un deuxième temps. Dans votre livre, vous écrivez : « En mathématiques, ce qui compte davantage que le résultat, c'est le chemin ». Je pense que le monde de l'urbanisme se reconnaît dans cette affirmation.

Le gouvernement vous a commandé un rapport sur l'intelligence artificielle (IA). Vous l'avez présenté le 28 mars 2018 avec l'objectif de définir une stratégie pour que la France soit à la pointe de l'IA et en tire le plus de bénéfices économiques possibles. Pour cela, vous avez auditionné 350 experts et exploré de nombreux exemples étrangers. J'invite le public à en lire la synthèse (disponible gratuitement en ligne [ici](#)), mais pas seulement. Dans le rapport *in extenso* (disponible gratuitement en ligne [ici](#)), on trouve une petite nouvelle qui donne corps à l'IA après chaque chapitre. J'ai adoré la dernière où une dame qui est harcelée, programme la voiture autonome pour qu'elle aille dans le décor et que le type disparaisse. Ça rend très concret et précis ce qu'est l'IA. À vous Cédric Villani !

Cédric Villani

I) Définitions, enjeux globaux et perspectives pour l'intelligence artificielle

Merci beaucoup ! Chère Ariella Masboungi, comme vous l'avez évoqué, je me suis retrouvé en mission pour le gouvernement sur le thème de l'IA. La mission devait initialement durer quatre mois et en a finalement duré six. Ce n'était pas trop. Au fur et à mesure de nos explorations du sujet avec ma petite équipe, nous voyions bien qu'il nous fallait aller plus en profondeur. On aurait aussi pu continuer pendant des années, mais six mois permettent d'avoir une bonne couverture pour passer le relais au gouvernement, avec un certain nombre de préconisations.

L'IA est une discipline technologique et scientifique, mais c'est aussi tout le reste. On ne pouvait pas se contenter d'aborder les sujets de recherche et d'industrie sans évoquer aussi les évolutions du marché et la structure de l'emploi, l'éthique, l'environnement ou les questions de formations, qui sont considérables. Une des raisons du succès de cette mission, je l'espère, a été la rencontre avec ces nombreux experts, le fait qu'on ait pu mettre à contribution des voyages dans de nombreux pays, et qu'une équipe d'une demi-douzaine de personnes combinant les compétences les plus techno ou théoriques avec des compétences en sciences humaines et sociales, travaille avec moi. C'est dans cette combinaison, ce mariage, que seront les clés du succès de la mise en œuvre de l'IA dans le futur. L'IA est certes un sujet pour les informaticiens mais pour tout le monde aussi.

L'histoire et la définition du sujet.

On parle d'IA pour la première fois dans les années 1950. Alan Turing (1912-1954) est souvent considéré comme le père fondateur de la discipline, ou sa figure tutélaire. D'ailleurs, The Alan Turing Institute, coordination des meilleurs laboratoires de recherche britanniques en la matière, a été baptisé en son honneur. Cependant, ce n'est que deux années après la mort de Turing qu'apparaît pour la première fois l'expression « intelligence artificielle » dans un programme de recherche initié aux États-Unis par des pionniers en la matière et dont le but avoué était de reproduire les facultés cognitives humains à travers de l'algorithmique. *A fortiori*, quand on revoit ces objectifs et les conférences qu'ils ont organisées, on se rend compte de leur gigantesque naïveté, parfois nécessaire pour démarrer un sujet.

Après quelques temps, l'objectif s'est déplacé de façon très importante. La dénomination initiale qui renvoyait à la façon d'imiter l'intelligence est restée, mais le but a complètement changé : il ne s'agissait plus d'imiter l'intelligence mais de résoudre des tâches et atteindre des objectifs. La grande nouvelle, c'est que ces tâches peuvent se résoudre sans aucune intelligence. On peut créer des logiciels, conçus de façon maligne mais sans la moindre intelligence. Ils vont reconnaître une personne sous tous les angles, déchiffrer des ouvrages écrits à la main, reconnaître la scène représentée dans une photo, faire une traduction automatique... Pourtant, ils ne comprendront rien au sujet. Ce sont simplement des logiciels qui vont, avec une grande certitude, écrire « pont » chaque fois qu'ils verront la photo d'un pont, sans pour autant savoir ce qu'est un fleuve, une ville, un pont. Comment s'est faite cette modification ? Elle s'est faite du passage de la vision de l'algorithmique de l'IA basée sur des causes et des conséquences et sur la compréhension des phénomènes pour les identifier à une autre vision, plus pragmatique, fondée sur les exemples. Pour apprendre à écrire le mot « pont » sous une photographie d'un pont, donnons à voir à notre logiciel des milliers de photos de ponts et des milliers de photos de choses qui ne sont pas des ponts, de sorte qu'il puisse, de lui-même, reconstituer la fonction qui, à l'image, associe le pont ou rien du tout si ce n'est pas un pont.

Pour accomplir cette tâche en pratique, il y a des méthodes aux noms poétiques. La plus célèbre est dite « apprentissage profond » ou *deep learning*. Cette méthode est venue avec sa petite histoire dans l'histoire. Bien qu'expérimentée dès les années 1960 et jusque dans les années 1980 avec un succès médiocre, cette méthode est revenue sur le devant de la scène d'un coup, il y a cinq ou six ans grâce à un trio d'experts informaticiens extrêmement motivés, persuadés d'être sur la bonne voie. Là où les meilleurs théoriciens du monde pensaient qu'il fallait jeter cette technique aux oubliettes, ils ont prouvé que ça pouvait finalement bien marcher. Ils étaient trois et sont devenus des icônes du monde de l'IA : le français Yann LeCun, le québécois Yoshua Bengio et le canadien Jeff Hinton. Chacun est associé au destin de l'IA dans une nation ou dans une grande entreprise, Facebook, Element AI ou diverses entreprises canadiennes.

A quoi sert l'IA ?

Ce petit aperçu montre bien à quel point il y a des rebonds et des surprises dans le développement de la technologie. La plus grande surprise est de pouvoir, avec l'IA, réaliser des tâches très performantes sans les avoir comprises ni comprendre pourquoi l'algorithme rend son verdict. Un des défis majeurs pour les théoriciens est d'expliquer pourquoi ils n'avaient pas vu venir cette révolution dans l'algorithmique. Qu'est-ce qui fait que pour un certain problème les algorithmes dits statistiques convergent assez rapidement, certes avec

une débauche d'énergie, de mémoire et de calculs, mais quand même bien plus rapidement que les théories ne le prédisaient ?

Une autre de ces surprises, et vous l'avez forcément vue car cela a été extrêmement médiatisé, porte sur le jeu de go et les performances extraordinaires du logiciel AlphaGo, développé par la société britannique DeepMind. Ce logiciel s'est hissé très rapidement au niveau des meilleurs joueurs de go du monde puis les a battus à plate couture. La seconde version battait elle-même la première à plate couture. Elle est basée sur une combinaison d'apprentissage par l'exemple, en l'occurrence l'exemple des parties des grands maîtres, et, dans un premier temps, de l'utilisation de toutes les parties de go jamais numérisées dans le monde, afin d'arriver à deviner le coup à jouer selon telle ou telle configuration. Dans un deuxième temps, grâce à l'exploration systématique, et assez bourrine il faut le dire, de toutes sortes de nouvelles configurations et de nouveaux coups, avec une certaine dose d'adresse et d'imagination pour déterminer le protocole. Le logiciel a acquis la faculté de découvrir des coups auxquels les humains n'avaient jamais pensé et de changer l'histoire du go, non seulement en termes de performances mais également la théorie. Il est arrivé un moment où nous avons été obligés de revoir la théorie du jeu pour tenir compte des nouvelles voies ouvertes par les algorithmes.

Je vous ai parlé de ce que fait l'IA, tout en évitant de vous dire ce que c'est ou en entrant dans les détails de l'algorithme. Pour la suite de la discussion, ce n'est pas la peine d'en dire plus sur ce qui se cache dans les algorithmes ou dans les méthodes employées, sauf pour vous dire que l'algorithmique de l'IA est une discipline répandue dans le monde entier et que la France est un des pays reconnus pour son expertise dans la matière, de même que les États-Unis, le Royaume-Uni mais aussi beaucoup d'autres pays. En revanche, la faculté d'utiliser cette expertise pour des applications pratiques et du développement économique est très peu partagée. À ce jeu, certains pays ont pris une avance considérable. Les États-Unis sont très avancés, mais également la Chine, le Canada, le Royaume-Uni et Israël dans une certaine mesure. Voilà ce panorama géopolitique tel qu'il se dessine.

II) Développement et applications de l'intelligence artificielle en France : les recommandations du rapport Villani

L'ambition de la France, à travers le rapport qui m'a été commandé et les actions qui en suivront, est de mener une politique très offensive en la matière. D'une part, pour améliorer les technologies, préserver les atouts français et les renforcer, mais aussi entraîner l'Europe sur un sujet qui se jouera forcément à cette échelle. L'objectif du gouvernement est aussi d'instruire la réflexion sur le bon usage de l'intelligence artificielle. Il y a des usages bénéfiques, qui vont faciliter et sauver des vies, apporter de nouveaux modèles économiques, de nouveaux métiers : plein de belles choses. Mais il y aura des usages néfastes qui contribueront à paupériser certaines classes déjà pauvres, à accroître des inégalités entre entreprises ou entre nations, à propager des biais, à faire prendre des décisions irréflechies ou à être utilisés à des fins frauduleuses. Il s'agit, dans la mesure où on veut s'en emparer en tant que société, d'insister pour que cela penche du bon côté : quelles pratiques éthiques ? quels garde-fous ? quels instruments de contrôle ? quelles règles ? comment en parle-t-on dans le débat public en insistant sur ce que l'IA a d'intéressant, passionnant et de bénéfiques potentiels ?

Je vais vous décrire un peu plus le sujet et la mise en œuvre de la stratégie en trois axes :

1) L'expérimentation

Sur la plupart des sujets qui se traitent en termes d'IA, on ne sait pas quels algorithmes fonctionneront au début et quels cas d'usages les utilisateurs apprécieront et ceux qui rendront service à la société. Dans le domaine de l'éducation par exemple, on a en tête que de très grands services peuvent être rendus par l'IA car on sait que l'éducation dépend de tant de paramètres, qu'elle doit être personnalisable en fonction de l'élève, évoluer en fonction des connaissances, être le siège d'interactions importantes, horizontales ou collectives.

Pour autant, même si nous avons beaucoup d'expériences en matière de soutien à l'éducation, nous avons très peu d'expériences valides, ce qui constitue un frein majeur. Prenons l'exemple de la voiture autonome. Parmi les applications majeures espérées de l'IA, il ne fait pas de doute que nous aurons, dans un futur proche, des voitures autonomes qui rouleront avec beaucoup moins d'accidents que les conducteurs humains et de façon plus économe et automatisée. Cependant, beaucoup d'orientations prises en la matière ont été démenties par les faits. Par exemple, l'idée initiale d'une complémentarité entre les périodes de conduite humaine et de conduite autonome s'est révélée impossible à mettre en œuvre, tout simplement parce que les humains n'arrivent pas à réagir suffisamment vite pour prendre en charge les situations complexes quand elles sont urgentes. On a également découvert que beaucoup de tâches que nous menons sans y prendre garde en conduisant sont beaucoup plus complexes qu'on ne croyait. Insertion dans une file de voiture : quelle complexité gigantesque ! Comment comprendre quand il faut laisser le passage au piéton ? Ce sont des questions en interaction qui sont très dures à arbitrer.

Il faudra réaliser ces expérimentations sur tous les sujets entrepris. Elles se passeront dans les laboratoires de recherche mais aussi dans les entreprises. Elles feront intervenir toutes les disciplines. Quand l'IA se mettra en œuvre pour l'urbanisme, il faudra des collaborations entre algorithmiciens et urbanistes. Des années de tâtonnement seront certainement nécessaires avant de trouver les bonnes façons de le faire. Une refonte de nos instruments de recherche sera nécessaire pour permettre plus d'interdisciplinarité et le contact entre amont et aval dans la recherche.

L'expérimentation est à faire dans la législation mais avec la possibilité de déroger au droit sous un certain encadrement dans plusieurs situations : expérimentation de véhicules autonomes sur un territoire intéressé ou solution de justice prédictive avec un tribunal de grande instance motivé, ou encore, au sein d'une entreprise, des expériences de redistribution des tâches. Elles pourront prendre plus ou moins longtemps en fonction de la complexité des tâches. L'expérimentation sera indispensable mais il ne faut pas s'attendre à ce que cela marche du premier coup, ni attendre trop longtemps pour mettre les produits sur le marché et les faire participer à notre société.

2) Le partage

L'IA se fera dans la faculté des équipes de développement à communiquer leurs expériences et partager des points de vue différents mais également dans le partage des données, des exemples et des expériences. Par exemple, pour la médecine, l'un des grands défis pour la mise en place d'outils de médecine prédictive au service de la santé consistera à mettre en relation les registres administratifs (remboursement des médicaments...), hospitaliers, médicaux, de naissance et de décès, voire des indicateurs socio-économiques... Toutes ces données mises ensemble donneront beaucoup d'informations. Elles nous aideront à établir des diagnostics avec des bases de données savantes sur les images médicales, à orienter les thérapies, à découvrir de nouveaux facteurs aggravants de pathologies ou certaines combinaisons de médicaments qui sont plus efficaces... et sans que personne n'ait la moindre explication pour cela. Une des raisons importantes, qui explique que la biologie et la médecine seront impactées de façon très forte par l'IA, est le nombre d'inconnues dans ces domaines, beaucoup de situations dans lesquelles on est incapable de prévoir ou d'expliquer le succès d'un traitement. Ce sont aussi bien sûr des domaines dans lesquels les corpus de données sont gigantesques. On pense à l'ensemble des pathologies décrites ou aux recensions d'organismes, comme par exemple la moisson de données rapportées par la mission Tara, voilier parti sillonner le globe pour explorer la biodiversité de surface. Pour arriver à tirer quelque chose de tout cela ou des gigantesques bases de données génomiques en cours de construction, il faudra passer par l'algorithme et accepter de travailler sur des situations dans lesquelles on comprend très mal les modèles sous-jacents.

Le partage se situe aussi dans les relations entre individus et institutions. Communiquer ses données médicales pour faire avancer la recherche médicale est une nouvelle forme de solidarité sociétale. La solidarité s'exerçait auparavant par le partage du temps, de la richesse, du risque, etc. Elle devra aussi se manifester demain par le partage des informations selon des formats prédéfinis qui permettront aux algorithmes de repérer des régularités, des coïncidences... Ce partage doit venir avec de grandes précautions pour éviter des atteintes à la

vie privée. La protection des données est un grand sujet. L'Europe s'est d'ailleurs dotée des outils juridiques permettant d'y prendre garde à travers le règlement général de protection des données (RGPD), qui n'aurait jamais abouti sans l'héroïsme d'Edward Snowden et la controverse anxiogène qui en a résulté. Ce partage ne va pas de soi. Spontanément, les institutions ne ressentent pas le besoin de partager leurs données, leur savoir ou leur expérience : il y aura un travail important de l'État pour forcer ces institutions au partage ou le faciliter en agissant comme tiers de confiance. Il y aura également une réflexion collective et technique sur les droits et devoirs associés à ce partage, l'ouverture n'étant pas forcément faite à tous les acteurs mais à ceux qui portent les mêmes valeurs et qui sont prêts à apporter une contribution au bien public. Ce partage est une affaire de confiance, souvent difficile à obtenir.

Quand vous voulez réaliser votre solution d'IA, quel que soit le secteur, vous commencez par recenser les problèmes qui peuvent se poser et les acteurs qui peuvent y travailler, les données nécessaires pour le développement des logiciels et algorithmes en la matière. Puis il faut mettre en forme la plateforme, comme une dalle sur laquelle les différents logiciels vont venir se poser, comme des bâtiments qui peuvent venir de l'initiative privée. Pour faire cela en ordre, vous avez trois grands types de défis :

- 1- Le défi technique : quels outils ? quel format ?
- 2- Le défi éthique et juridique : pourquoi fait-on cela ? qu'a-t-on le droit de faire et de ne pas faire ? qu'est-ce que la loi peut réprimer et dans quelles conditions ?
- 3- Le défi de la confiance et du partage : qui va accepter de partager ses données avec qui ? comment décide-t-on de qui contrôle ?

Ce troisième défi est, dans la plupart des cas, le plus délicat. Comme toujours, on apprend beaucoup de choses sur nous-mêmes avec les nouvelles technologies. En l'occurrence, quand arrive cette montée algorithmique, on croit que tout va se jouer à ce niveau. Finalement, on découvre que le cœur se joue en nous-même, dans notre société : avec quels acteurs accepte-t-on de travailler ? qu'accepte-t-on de fournir à l'algorithme ? comment accepte-t-on d'interagir avec lui ? Ce sont des champs de réflexions pour nos sociologues, nos philosophes, nos économistes.

3) La souveraineté

Rester maître de son destin s'impose. Cela se décline aux échelles de l'individu, de l'espèce, de la société, de la nation, du continent. C'est pertinent dans tous les cas. Des questions diverses se posent : comment faire en sorte que les solutions et technologies en IA soient développées en Europe, et non seulement en Amérique ou en Asie ? Le but est de ne pas nous retrouver dans la position de simples consommateurs de produits développés ailleurs ou, de façon plus sournoise, développés chez nous, mais sous pavillon étranger.

Décider des usages d'une technologie est aussi une question de souveraineté, afin de ne pas s'apercevoir un jour que nous sommes habitués à un processus qui a provoqué beaucoup de pertes par ailleurs. Cela exige une combinaison de conservatoires, de comités éthiques, de lois, pour décider ce qu'on laisse à la technologie en termes d'usages, et pour contrôler la façon de répartir les rôles entre nous et l'IA, entre l'algorithme qui prédit au hasard et nous-mêmes.

Ces questions de souveraineté se posent pour toutes les technologies. Dans le cadre de l'IA, elles se posent avec encore plus d'acuité. C'est un sujet qui se nourrit de grandes bases de données, de très gros moyens de calculs et de cerveaux humains, ceux qui vont développer et inventer. Toutes ces caractéristiques se retrouvent dans les acteurs gigantesques apparus aux États-Unis et en Chine, dans un mouvement assez unique de notre histoire économique. Ces acteurs se retrouvent avec tant de matériel, de possibilités de recrutement et de bases de données gigantesques qu'ils ont tous les ingrédients pour rester longtemps maîtres du jeu : cet enjeu s'invite dans les relations internationales. L'idée de créer un laboratoire commun franco-allemand d'IA était dans le programme de compromis entre le Parti social-démocrate allemand (SPD) et la CSU (Union chrétienne-sociale, parti conservateur bavarois). La semaine dernière, certains ministres accompagnant le président Macron en voyage officiel au Canada ont fait des déclarations sur les partenariats franco-canadien et franco-qubécois en l'IA. L'IA était également abordée lors de la visite officielle du président français en Chine. Ces enjeux s'invitent dans tous les grands rendez-vous internationaux et dans les relations diplomatiques. D'autres enjeux de souveraineté, sous-jacents, comme les questions de défense se posent. Par ailleurs, les enjeux de

compétition économique, de captation de la valeur ajoutée et des cerveaux sont plus forts que jamais, dans un contexte où les meilleurs experts en la matière peuvent se retrouver avec des propositions de salaires multipliés par 10 pour aller travailler dans un centre de recherche battant pavillon américain plutôt que français, tout en restant dans la même ville.

Ariella Masboungi

Cela a été votre cas ?

Cédric Villani

Je ne suis pas un expert de l'IA, mais on m'a proposé jusqu'à x4 pour traverser l'Atlantique. Tandis que dans le cas de l'IA, vous pouvez avoir jusqu'à x10 en restant à deux pas de chez vous et aller dans de très belles institutions, comme le Facebook Artificial Intelligence Lab (FAIR) à Paris, fondé par un français, ou dans les laboratoires parisiens d'IA de Huawei, Fujitsu, Samsung, Google ou DeepMind.

Ce défi nous oblige à relever nos attentes en termes de formation. Nous avons besoin de former beaucoup plus d'utilisateurs, de développeurs, d'ingénieurs et de chercheurs en IA. Il faut les former selon un mode d'esprit plus orienté vers le projet, la collaboration avec d'autres disciplines (formations mixtes, croisement de formations). Il faut mettre en œuvre les expérimentations ainsi que le partage de compétences dans notre cas national et européen afin d'être à la hauteur en termes de souveraineté, sinon nous perdrons ces avantages et ces expertises.

Ariella Masboungi

Comment peut-on y arriver ?

Cédric Villani

D'abord, en y croyant.

Ensuite, en travaillant sur l'organisation. C'est le sens des instituts interdisciplinaires d'intelligence artificielle qui seront mis en place à la suite du rapport. Ils fonctionneront en bonne partie par regroupement de forces déjà existantes avec des moyens pour la recherche, pour la communication et pour le contact avec les entreprises. Ils donneront la possibilité de mise en réseau avec les partenaires étrangers, de travailler en coopération avec l'État et d'avoir accès à des jeux de données publiques ou en partenariat avec les géants étrangers. Plutôt que d'avoir un chercheur qui part à 100% dans un laboratoire étranger, l'idée est de lui permettre de rester à 50% en France. Nous ne pourrions sortir la tête de l'eau qu'avec une dose de patriotisme assumé, ce qui signifie la volonté de participer au progrès de la société ici, en France et en Europe. Cela nécessite du respect et des moyens des autorités publiques afin de mettre en œuvre des programmes de transformation.

Ariella Masboungi

Vous avez été critiqué pour votre excès de croyance dans le rôle de l'État. Certains disent que l'IA passe par la société civile et les entreprises. Au contraire, vous insistez beaucoup sur le rôle de la puissance publique, à la fois pour initier et garantir la protection des données.

Cédric Villani

Mon rapport s'adressait au gouvernement, je me suis donc intéressé en priorité à l'action publique. La puissance publique ne peut rien faire face à l'expertise privée qui se met en place. C'est le cas pour la finance. C'est pour cela que notre rapport n'a pas retenu cette piste, non que cela soit inutile, loin de là, mais parce que le secteur de la finance arrivera très bien à investir lui-même et trouver ses solutions. En revanche, dites-moi quel acteur privé pourra travailler à la mise en œuvre d'une politique nationale de santé ? Les acteurs privés pourront bâtir sur l'action de l'État en matière de santé, mais dans un pays comme la France, qui pourrait accepter qu'on confie à l'initiative privée le soin de collecter et d'exploiter les données des citoyens ou celles des bases administratives ? Qui peut croire qu'on laissera à des acteurs privés le soin de mettre en œuvre des

programmes de transports en commun connectés, autonomes et qui expérimentent pour changer le contexte des déplacements urbains ? Nous sommes dans une vision où l'État a un rôle très important à jouer.

Aujourd'hui, la force de recherche française est très majoritairement publique. C'est le premier motif de compétition à travers le monde. La grande foire d'empoigne c'est pour arriver à débaucher les intelligences humaines qui participeront à cette évolution.

Les initiatives privées sont appelées à se développer. Il y a des écueils dans bien des cas. Un scénario catastrophe serait celui dans lequel les grands acteurs privés français mettraient en œuvre leur solution d'IA chacun dans leur coin et en faisant appel à un géant hors d'Europe. Si on fait ainsi, nos solutions européennes déclineraient. La perte de compétitivité serait élevée et le décrochage subséquent très conséquent. Il est important de rappeler à tous ces acteurs qu'il y a de bonnes équipes françaises et l'expertise pour développer l'IA en leur sein.

Une autre question très sérieuse en relation avec le privé : qui va former les entreprises à l'IA ? Pas les start-ups mais les PME déjà solides qui ont acquis leur mode de fonctionnement pendant 10 ou 20 ans et qui doivent maintenant exploiter ces nouveaux algorithmes, résister à la compétition éventuelle. C'est un grand sujet pour lequel il va falloir revoir le processus de formation. La balle sera dans le camp du ministère du travail et le sujet va être considérable.

Ariella Masbouni

Ce qui amène la question de l'emploi que vous évoquez beaucoup dans le rapport. Il y a de grandes inquiétudes relatives à l'emploi : l'IA va détruire des emplois sous-qualifiés mais créer d'autres emplois avec un impact sur la solidarité et notamment les territoires en perte de vitesse dans lesquels on compte moins de personnes ayant fait de grandes études. L'emploi est un enjeu essentiel qui guide souvent les grands projets d'urbanisme et l'action urbaine. Quelle est votre position sur l'emploi et l'IA ?

Cédric Villani

D'abord, personne ne sait vraiment comment évoluera l'emploi sous l'influence de l'IA. Des prédictions peuvent être tentées dans certains secteurs, mais globalement l'affaire est très difficile à prédire. Ensuite, le risque majeur pour l'emploi serait de ne pas aller vers l'IA. Les solutions logicielles qui se développeront seront de plus en plus des solutions américaines et asiatiques et on se retrouvera en situation de clients dépendants, avec des humiliations à la hauteur de celle subie par la DGSCI (Direction générale de la sécurité intérieure) lorsqu'elle a passé contrat avec l'américain Palantir sur des sujets de défense et de souveraineté nationale, ou lorsque la commission européenne a passé contrat avec une entreprise américaine pour étudier le sujet des *blockchains*¹. Nous nous retrouverons obligés de faire appel à l'expertise américaine sur tous les sujets, nous aurons des emplois dématérialisés ou délocalisés. Il est certain que si nous n'allons pas vers l'IA, ce sera la catastrophe sur la question économique et de l'emploi.

Ensuite, il faut bien garder en tête que ce sont les tâches qui s'automatisent, et non les métiers. Quand on parle de délocaliser une tâche, c'est qu'on va employer un humain ailleurs pour faire le travail qu'un autre être humain peut faire ici. Mais quand on parle d'IA, c'est un logiciel qui effectue une tâche d'habitude réalisée par un humain. Quand on travaille sur les métiers, on s'aperçoit souvent qu'ils sont faits d'un mélange de tâches et de compétences variées. Les cartes seront rebattues pour ces différentes tâches avec des conséquences difficiles à prédire. Certaines compétences spécialisées seront valorisées : ceux qui sauront prévoir les choses, dialoguer avec la machine au plan technique pour mettre en place de nouveaux formats, protocoles et algorithmes. Mais aussi ceux qui sont dans l'empathie, le contact, le côté humain et dont le rôle sera d'autant plus apprécié que les parties techniques seront réalisées par de l'algorithmique. Certains se prêtent déjà à rêver à un avenir où le métier d'infirmière serait plus valorisé que celui d'expert radiologue. Dans un cas, c'est une

¹ La *blockchain*, ou chaîne de blocs, est un mode d'enregistrement de données produites en continu, sous forme de blocs liés les uns aux autres dans l'ordre chronologique de leur validation, chacun des blocs et leur séquence étant protégés contre toute modification. La chaîne de blocs est notamment utilisée dans le domaine de la cybermonnaie (par exemple, le *bitcoin*), où elle remplit la fonction de registre public des transactions (source : Journal Officiel de la République Française, voir le texte complet relatif au vocabulaire de l'informatique [ici](#)).

compétence savante qui peut être automatisée, et dans l'autre c'est une compétence humaine dans le contact qui peut très difficilement être automatisée. Les conséquences sont donc difficiles à prédire.

Ce serait une erreur grave de penser que les besoins en formation pour l'IA correspondent uniquement à ceux qui vont faire de l'algorithmique. La formation s'adressera aussi aux usagers, comme des DRH voulant comprendre comment fonctionnent les nouveaux logiciels, des chefs d'entreprise à qui il faut enseigner comment s'approprier l'outil, l'ouvrier qui devra apprendre à interagir avec un robot qui l'aidera à accomplir ses tâches au quotidien, y compris s'ils n'ont pas la moindre idée de l'algorithmique utilisée. C'est une situation dans laquelle il faut mettre en place des outils d'observation et d'expérimentation.

Je vais prendre un exemple : sur l'orientation et la recherche, nous avons en tête que l'IA est importante parce que cela dépend de tellement de paramètres différents, que chaque situation est unique et qu'il y a un très grand nombre de données à traiter. Il n'empêche que les expériences menées par Pôle Emploi dans ce domaine avec une bonne rigueur durant plusieurs mois ont été très décevantes dans l'ensemble. On pensait qu'il y aurait une valeur ajoutée en faisant un excellent mariage entre les demandes et les emplois mais cela n'a finalement pas abouti. En revanche, un modèle complètement différent a bien fonctionné. Il s'agissait d'un algorithme qui repérait automatiquement les entreprises dans votre secteur qui pourraient avoir besoin de vos compétences, même si elles n'ont pas publié d'offres d'emploi. Cette solution a bien fonctionné alors que personne ne l'aurait prédit : nous sommes au carrefour des pratiques des sociétés humaines, avec tout leur cortège de biais, d'*a priori*, d'habitude dont on n'a pas conscience face à l'algorithmique, programmée avec objectivité et efficacité. C'est avec une bonne dose d'expérimentation qu'on anticipera et qu'on pourra maîtriser ces effets sur l'emploi.

Ariella Masboungi

Dans votre rapport, vous avez beaucoup insisté sur l'économie écologique. Vous dites que le développement économique du secteur de l'IA doit mettre en son cœur la préoccupation écologique, et particulièrement la question énergétique, c'est-à-dire notre capacité à consommer moins d'énergie, à émettre moins de gaz à effet de serre et, en particulier, à faire en sorte que le *cloud* soit plus écologique. Pouvez-vous nous commenter cela et comment ces politiques énergétiques pourraient s'appliquer concrètement ?

Cédric Villani

Ce serait un bien grand mot de dire que nous avons traité ce sujet en profondeur, mais nous avons cherché les questions qu'il fallait se poser. D'abord, le constat est très dur : nous ne sommes pas du tout sur une trajectoire soutenable en termes de consommation énergétique liée à l'informatique. Elle augmente de façon incontrôlée. Dans une autre technologie dont on parle beaucoup en ce moment, le *blockchain*, la consommation énergétique liée à son usage, et celui du *bitcoin* en particulier, est déjà comparable à celle d'un pays comme le nôtre. À l'échelle mondiale, je crois que la consommation énergétique liée aux cryptomonnaies représente la moitié de la consommation énergétique de la France². Il est clair qu'en continuant ainsi, on arriverait à une situation intenable : le monde entier ne produirait pas assez d'énergie pour alimenter nos algorithmes. Nous savons aussi que nous piochons de manière déraisonnable dans nos réserves naturelles pour construire l'informatique. Ces technologies informatiques sont *de facto* très polluantes : besoin de minerais rares pour les batteries rares, impact carbone important, enjeu de recyclage très mal considéré pour l'instant. Si on augmente la consommation énergétique dans ce contexte, nous devons le faire de façon aussi raisonnée que possible, avec un travail sur les architectures systèmes et à la bonne échelle pour centraliser les lieux de calcul qui consomment l'énergie. Avec des techniques de *cloud*, vous pouvez dissocier le lieu de consommation et le lieu de calcul et réutiliser l'énergie. Vous pouvez optimiser par des économies d'échelle mais aussi recycler l'énergie pour chauffer des bâtiments ou alimenter d'autres processus. Ces technologies ont aussi l'avantage d'apporter des conditions de sûreté informatique supérieures.

Ariella Masboungi

Cela exige des coopérations européennes voire internationales importantes.

² Vous pouvez trouver [ici](#) un indice mesurant la consommation énergétique directement liée au *bitcoin*.

Cédric Villani

Cela exige en effet des coopérations dans un contexte où les solutions de *cloud* à l'échelle mondiale ne sont pas européennes. Le principal acteur européen est le français OVH qui doit encore croître pour arriver au niveau de ses concurrents majeurs (Amazon, Microsoft...) et investir un certain nombre de milliards. Cela nous ramène au débat sur la souveraineté. Si l'on veut un jour que toute l'Europe ait sa chaîne algorithmique, son industrie de processeurs, son offre de *cloud*, il faudra travailler sur tous les aspects : technologique, économique et sur une forme de patriotisme continental.

Ariella Masboungi

Vous avez aussi parlé d'agriculture augmentée dans le rapport.

Cédric Villani

Vous pouvez prendre n'importe quel sujet et trouver des cas d'usage avec l'IA. L'agriculture augmentée est un bon sujet pour la France qui est si fière de son agriculture. Dans ce domaine, cela peut être l'optimisation des différents processus d'un système : un dispositif d'arrosage automatique qui va s'abstenir d'arroser quand il pleut, un dispositif d'éclairage qui va s'adapter à certains indicateurs ou moduler la fréquence de la lumière que vous déployez en fonction de la phase de développement de vos tomates si vous êtes sous serre. Cela peut aussi être un logiciel qui détecte automatiquement de quelle maladie souffre votre vigne en lui montrant une photo. Cela peut être aussi des tracteurs autonomes ou la mécanisation de certains processus.

L'important est qu'il y aura des procédés inefficaces et efficaces. C'est aussi une affaire de tests, d'expérimentations, de collaborations entre start-ups et agriculteurs pour déterminer les bonnes pratiques.

Ariella Masboungi

Vous avez rencontré certaines bonnes pratiques que vous racontez dans le rapport. Si vous lisez le rapport complet, tous ces exemples et les petites nouvelles sont en bleu. Ils donnent envie et confiance parce qu'ils sont réels et vous en avez trouvé beaucoup, en Israël, en Finlande...

Cédric Villani

On voit l'émergence des premières applications intéressantes en Afrique, dans un contexte de découverte de l'entreprise alors que, traditionnellement, on se tournait vers l'administration pour résoudre les problèmes. Il n'y a pas besoin d'experts extrêmement pointus pour développer l'IA. Il faut surtout de la volonté, une bonne connexion avec les outils du domaine, la possibilité d'expérimenter et la bonne idée. Très souvent, la valeur ajoutée n'est pas dans l'algorithme lui-même mais dans l'usage qu'on en fait, dans le fait qu'on trouve la bonne recette pour plaire à l'utilisateur.

Ariella Masboungi

Vous avez aussi insisté sur la politique d'inclusion dans le rapport. Très souvent, dans les débats sur l'IA, on a peur de l'exclusion. Vous avez souhaité que le développement de ces technologies pallie les inégalités au lieu de les accroître et qu'elles assurent les droits fondamentaux. Comment faire pour que ce soit le cas ? Quelles sont vos recettes si vous en avez ?

Cédric Villani

La question des inégalités, des biais, des préjugés se posent. Par exemple, tout ce que vous pouvez imaginer sur les situations d'évaluation. Dans le domaine des prêts bancaires, comment évalue-t-on votre capacité à emprunter, selon quel taux ? Si le logiciel aide le bailleur de fonds à déterminer précisément ce que vous pouvez rembourser, on peut se retrouver dans des situations où l'algorithme tenterait de vous exploiter le plus possible. Si votre algorithme est fait pour optimiser les horaires de vos employés, il va proposer des combinaisons acrobatiques dans lesquelles les employés seront aussi rentables que possible mais très

perturbés par leurs conditions de travail. En Chine, dans un projet qui a beaucoup fait parler de lui récemment, une note vous est attribuée en fonction de la façon dont vous avez répondu aux administrations, de ce que pensent vos voisins, de l'histoire de votre compte en banque... Évidemment, cela peut renforcer les inégalités en donnant encore moins de droits à ceux qui ont une histoire difficile. Un chapitre marquant du livre de Cathy O'Neil intitulé *Weapons Of Math Destruction*³ concerne la police prédictive qui cherche à déterminer où la police doit se rendre pour intervenir. Cathy O'Neil explique bien que les logiciels donnent une plus grande probabilité là où il se passe quelque chose de dangereux. Évidemment, si vous faites une patrouille de police là-bas, vous avez plus de chances de réprimer encore plus ceux qui sont déjà défavorisés, voire de pénaliser par anticipation en fonction du contexte. C'est terrifiant et cela se pratique déjà dans certains comtés américains. Il y a aussi l'exemple des libérations conditionnelles aux États-Unis dans lesquelles le dialogue entre le représentant du prisonnier et l'administration se fait sur la base de logiciels prédictifs qui évaluent votre propension à récidiver une fois libre. On a pu montrer qu'ils sont très biaisés : ils donnaient un très fort désavantage aux prisonniers noirs. Vous avez là tout un ensemble de craintes, de défauts ou de malfaçons. On peut passer des années à relever et insister sur ces dangers. Mais on peut se dire qu'on ne va pas faire pareil et expérimenter pour cela.

Ariella Masboungi

J'ai une question existentielle avant de vous laisser débattre avec le public. Certains parient sur le fait que l'IA peut résoudre tous les problèmes : le réchauffement climatique, la raréfaction des ressources... D'autres parient davantage sur les modes de vie car c'est infiniment plus difficile que de changer les techniques. Est-ce que la caution technologique n'est pas un risque pour abandonner cette deuxième hypothèse qui me paraît essentielle pour faire un monde plus écologique et égalitaire ?

Cédric Villani

Il y a quelques années, la couverture de Time Magazine titrait *Can Google Solve Death ?*⁴ On voit que la croyance dans le pouvoir de la technologie pour résoudre les problèmes de l'humanité est déraisonnable. Je ne crois pas une seconde que les problèmes de réchauffement climatique ou d'extinction de masse se résoudront par une bonne application de l'IA. De la même façon, je ne crois pas une seule seconde que le problème du chômage de masse se résoudra par l'IA. Elle aidera, c'est un outil à utiliser parmi d'autres. Sur ces sujets de fond, ce n'est pas la solution. Idem pour l'éducation. L'IA peut aider, accompagner les enseignants, enrichir les cours, être un outil d'appoint. La sauvegarde des systèmes d'éducation, chez nous ou dans le monde, passera par des systèmes plus classiques : les ressources humaines, la formation, l'argent, le temps passé à la réorganisation profonde de systèmes humains. L'IA aidera mais ne sauvera pas.

Ariella Masboungi

Dans l'exploration que vous avez faite, un peu partout dans le monde, qu'est-ce qui vous a le plus séduit ?

Cédric Villani

Il y a des pépites un peu partout. C'est d'Israël que je suis revenu le plus impressionné. C'est un modèle qui ne repose pas sur les géants, tels qu'on les voit en Amérique. J'y ai vu beaucoup de coopération interdisciplinaire, plus qu'ici, des applications originales et le souci de ne pas toujours aller dans la solution maximale mais chercher la façon maligne de prendre le problème. Par exemple, ne pas se précipiter sur l'analyse génétique mais utiliser au mieux les analyses de microbiotes. Ou chercher à combiner une petite expertise phénoménologique sur un modèle pour tel ou tel problème avec une expertise acquise par des bases de données. Il y avait des questions sur le remplacement des examens médicaux par des diagnostics multi-paramètres très malins. Il y avait beaucoup de choses intéressantes et originales.

³ Cathy O'Neil, *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequalities and Threatens Democracy*, Crown, 2016.

⁴ *Time Magazine*, 30 septembre 2013.

Débat (1'04'20 à la fin)

Éric Cassar, architecte

Vous avez commencé en disant que nous étions devancés sur des tas de sujets par la Chine et les États-Unis au niveau de l'IA. Nous avons beaucoup de richesses en France et en Europe et parmi elles, ce sont nos villes. Elles ont des sédimentations historiques qui font qu'elles ont une complexité que les autres villes n'ont pas. Aujourd'hui, nous vivons un changement avec l'arrivée de la *smart city*. Pour moi c'est la mise en relation du monde numérique et du monde physique, avec les objets connectés et les capteurs qui vont arriver dans nos villes. Pourquoi n'arrivons-nous pas à mettre en relation les aménageurs et les architectes avec ces recherches afin de mettre la force de l'IA dans l'usage pour construire des quartiers et des bâtiments nouveaux ?

Thomas Couturier, responsable des systèmes embarqués dans une société de production de robots pour la logistique

Comment peut-on expérimenter dans une société où l'échec a toujours été diabolisé ?

Ariella Masboungi

C'est une question très importante. En France, nous n'avons pas le droit à l'échec. Par exemple, l'éco-cité de Grenoble a été deux fois moins efficace que prévu. Le Monde a titré que c'était un échec alors que c'était quand même deux fois mieux que si on ne l'avait pas fait.

Nicolas Patry, Kwyk (société d'éducation)

Ma question porte sur le RGPD. Les données sont essentielles pour faire de bons algorithmes. Les géants américains ont d'énormes bases de données. Comment peut-on lutter en empêchant les sociétés européennes de collecter autant de données que les autres, dans le cadre d'une compétition mondiale ? C'est notamment le cas dans le domaine de la santé, où des entreprises françaises doivent aller chercher des données à l'étranger.

Cédric Villani

Certains diront que les villes européennes sont les plus belles où celles qui ont le plus de couches historiques.

Ariella Masboungi

Il y a quelques belles villes en dehors de l'Europe !

Cédric Villani

La *smart-city* est effectivement la combinaison entre le numérique et le milieu urbain, avec la rationalisation et la mise en efficacité des transports, des services et toutes sortes de façons de planifier, développer, expérimenter. Il y a de grandes entreprises, comme IBM, qui sont très investies et il y a possibilité pour de nombreux acteurs de se développer dans ce domaine. C'est un grand défi pour les transports aujourd'hui que de se mettre au niveau pour avoir les bons outils. Pourquoi est-ce qu'on n'investit pas davantage ? On a beau investir tout ce qu'on veut, s'il n'y a pas le mariage de compétences qui se fait, nous n'y arriverons pas. Si le dialogue ne s'établit pas entre les planificateurs, les urbanistes, les organisateurs de mobilité d'une part et les algorithmiciens d'autre part, l'argent sera gaspillé. Dans bien des cas, et je le vois à Paris-Saclay en tant que député, un obstacle majeur est de comprendre où est la gouvernance. Qui va décider ? Qui va organiser la mise en œuvre ? La complexité technique s'efface devant la complexité de la gouvernance humaine ! Arriver à rassembler les gens, coordonner les tâches est le vrai grand défi dans la ville intelligente aussi.

Sur la question relative à l'échec. Que va-t-il se passer si une catastrophe se produit à la suite d'un échec ? Par exemple, une voiture autonome qui écrase une famille ou un diagnostic automatique qui déclare comme sain quelqu'un qui avait une grave tumeur. Personne ne sait comment les gens vont réagir mais il est certain que quel que soit l'accident, cela provoquera une sur réaction. On a vu ce qu'il s'est passé pour les deux accidents

mortels, à ce jour, avec des véhicules autonomes (l'un avec une Tesla, l'autre avec un Uber) qui se sont produits dans des contextes avec beaucoup de circonstances atténuantes (mauvaise visibilité, piéton au mauvais endroit...) et il est tout à fait possible qu'un conducteur humain ait fait les mêmes erreurs. Il n'y a pas de doute sur le fait qu'à terme, la technologie des véhicules autonomes sera plus sûre, en moyenne, qu'un humain. Les constructeurs automobiles se sont mis comme règle de descendre d'un facteur 10 en dessous du seuil des accidents humains. Il n'empêche, on sait que tout accident impliquant un véhicule autonome sera beaucoup plus médiatisé et anxiogène, au moins pendant le temps de l'adoption de la technologie. Idem pour le diagnostic. Beaucoup de personnes meurent à la suite d'erreurs de diagnostic ou de prise en charge. Dans ce cas aussi, on pardonnera moins un diagnostic d'IA qui s'est trompé qu'à un diagnostic humain. Au niveau de la justice, il ne fait pas de doutes qu'à travers le monde il y a une injustice extraordinaire, même dans des pays bien organisés et démocratiques. Pourtant, on sait aussi que les suggestions de justice des algorithmes sont beaucoup plus scrutées et contestées. Il sera sain, dans ces questions, de toujours mettre les problèmes en exergue, les expliquer et de rappeler que dans chaque accident, la responsabilité humaine doit être bien identifiable, que ce soit dans l'erreur de diagnostic ou dans la défaillance d'une voiture autonome. Il ne faudra surtout pas se défaire sur l'algorithme. C'est l'humain qui endossera la responsabilité, voire la combinaison d'humains si les torts sont partagés.

Ariella Masboungi

Il y aura du travail pour la justice ?

Cédric Villani

Une chose est sûre : du côté des avocats et des juristes, il y aura beaucoup de nouveaux contrats et de nouveaux cas de figure.

L'accès aux données a été historiquement plus difficile en Europe qu'aux États-Unis et en Chine. On pouvait même obtenir des données chinoises en Europe plus facilement que des données européennes mais cela n'a pas duré. C'est une question plus culturelle que juridique. Dans la majeure partie des cas, lorsque vous essayez un refus pour la communication de données, ce n'est pas la loi qui l'intime mais l'attitude de l'acteur. C'est très clair dans le domaine de la santé. Cela fait partie du rôle de la puissance publique, beaucoup plus apte que les acteurs privés à résoudre ce problème, de travailler à instaurer ce partage des données, par la loi, la confiance, l'administration, la mise en réseau. Le RGPD est une contrainte qui a été mise en œuvre pour faciliter la transmission et le partage des données. C'est un filet de sécurité qui garantit que si vos données sont mal utilisées, quelqu'un paiera cher. Les sanctions sont très importantes via le RGPD et d'autant plus importantes si c'est un grand acteur qui s'est rendu coupable de l'abus. Une fois que vous avez un filet de protection, vous pouvez faire toutes les acrobaties que vous voulez, c'est l'esprit dans lequel il faut le lire.

Élisabeth Campagnac-Ascher, chercheuse associée au LATTS

Dans le troisième axe autour de l'enjeu de souveraineté, vous aviez commencé à tracer des scénarios mais je crois que l'on s'est juste arrêté au scénario catastrophe. Y en a-t-il d'autres ?

Rosa da Silva

On parle du chômage et l'IA ne va pas arranger ce problème. Chaque robot ou chaque chose qu'elle construit remplacera une personne voire plusieurs dans l'avenir. Est-ce que le gouvernement pense mieux protéger le travail ?

Alain Lecomte, ministère de la cohésion des territoires

Vous avez évoqué les problèmes liés à la liberté conditionnelle et à l'IA, particulièrement aux États-Unis. Comment des dirigeants d'entreprises, dans le cadre de la responsabilité sociétale des entreprises, peuvent

s'assurer que l'algorithme correspond aux règles de l'art, à l'image du rôle du commissaire aux comptes en comptabilité. Peut-on imaginer la même chose dans ce domaine ?

Cédric Villani

Le scénario non catastrophe de la souveraineté est moins intéressant. C'est celui dans lequel tout se passe bien. Cela veut dire nos universités ne se font pas manger tous les chercheurs, on a un bon corpus d'étudiants et de scientifiques pour développer les technologies, on met en place les programmes interdisciplinaires, de nouveaux thèmes de recherche apparaissent à travers ce partage, dans nos universités et dans nos entreprises. Le scénario souverain est aussi le scénario dans lequel l'Europe regagne en influence, en chaîne de production, en autonomie sur un domaine dans lequel nous sommes très dépendants pour le moment, aussi bien du côté du *hardware* que du *software*. La compétition internationale est considérable en la matière. L'Amérique et l'Asie investissent massivement en Europe sur ce sujet : cela montre qu'une partie se joue encore en Europe, les choses ne sont pas perdues. Les enjeux se situent sur un petit nombre de secteurs. Les enjeux énormes dans la compétition sont la faculté de faire des calculs, d'avoir des bases de données et de rassembler des cerveaux humains. Actuellement, la partie recherche et développement amont est la première urgence et c'est ce que la stratégie gouvernementale aborde en premier, à la suite du rapport.

Sur la question des emplois, des robots et de l'IA, j'ai insisté sur la difficulté à prédire les choses et sur l'importance de mettre en place une fonction d'observatoire. Vous pouvez consulter le troisième numéro de la revue de vulgarisation du CNRS « Carnets de science »⁵ : plusieurs économistes réfléchissent à des scénarios sur l'évolution de notre structure d'emploi. Bien sûr, il est important de protéger le travail. Mais selon la façon dont on protège, on peut aboutir à l'effet contraire de ce qui est demandé. Si nous avons protégé les calèches contre les voitures, l'industrie automobile européenne ne se porterait pas très bien aujourd'hui et il y aurait peu d'emplois dans ce domaine en Europe, nous importerions nos voitures des États-Unis ou d'ailleurs. Dans le travail de caissière, il y a des tâches nobles qui correspondent à l'empathie dans la façon de répondre aux clients, mais il y a des tâches qui ne le sont pas, comme faire des additions et lire le résultat donné par une calculatrice. Je trouve qu'il serait beaucoup plus sain que les employés humains se concentrent sur l'accueil et l'empathie et que la partie algorithmique s'occupe toute seule de faire l'addition. Quand on donne du travail aux gens, il ne s'agit pas de leur donner des tâches fastidieuses ou arides. Au plus fort de la crise économique américaine, lorsqu'il s'agissait de redistribuer de l'argent à des travailleurs complètement sans travail, on les envoyait couper du bois dans la forêt, même s'il n'y avait aucun besoin, pour le simple fait de dire qu'ils travaillaient. On pourrait aussi dire, même s'il n'y a aucun besoin d'avoir des employés aux caisses, que l'on va par principe y mettre des employés afin de pouvoir leur redistribuer de l'argent. Je pense que ce serait une erreur majeure en tant que société. Cela solderait notre capacité, en tant que société, à imaginer un dispositif de redistribution de la valeur qui soit plus intelligent. La redistribution de la valeur doit se faire par le travail, nous avons besoin du travail pour faire société et faire des projets, nous rendre utiles et nous réaliser. Si, dans le futur, on explique aux salariés qu'une caisse automatique fait parfaitement le travail parfaitement que pour les employer on va la débrancher pour qu'ils en prennent la place, vous croyez que c'est valorisant ? Cela veut dire utiliser un humain pour faire une tâche de robot. Ce n'est pas cela que l'on veut : on veut utiliser les humains pour faire des tâches d'humains et redistribuer l'argent à travers ces tâches. Cela veut dire qu'il faut laisser les emplois évoluer et qu'il ne faut pas protéger les emplois mais les individus. C'est une évolution vers laquelle nous devons aller, je fais partie de ceux qui souhaitent que nous parvenions à aller plus loin que l'actuel projet de réforme mis sur la table par le gouvernement. Il faut laisser de la marge aux emplois pour qu'ils puissent retrouver des équilibres et le partage des tâches entre eux mais aussi entre l'humain et l'automatique.

Comment faire pour savoir si l'algorithme viendra avec les règles de l'art ? D'une part, il nous faut un corpus de réflexion en philosophie, en éthique qui nous donne des règles et des avis. D'autre part, il nous faut une

⁵ *Carnets de science, la revue du CNRS*. Dossier « Comment l'intelligence artificielle va changer nos vies ? », paru dans le numéro 3, novembre 2017. Vous pouvez consulter le sommaire [ici](#).

fonction de contrôle. Il nous faut des équipes qui puissent faire des audits et des contrôles. Il ne s'agit pas de lire le code et le reconstituer, c'est inhumain. Il s'agit de comprendre, par discussion, comment cela fonctionne et ce que cela produit. Il s'agit de faire des tests, de faire varier des situations, d'éviter les pièges comme on a pu les voir dans le cadre des fraudes des constructeurs automobiles relatives aux émissions de gaz polluants. Il s'agit d'avoir accès à des tests en situation, comparer d'autres résultats. Par exemple, dans le cadre de l'attribution d'un prêt, donner des noms d'origines ethniques différentes et des codes postaux variés pour voir si la solution donnée est effectivement non biaisée, non dépendante de la catégorie socio-professionnelle toutes choses égales par ailleurs. Et puis, il faudra aussi développer l'expertise et le contrôle des bases de données. Si la clé de l'efficacité de certains algorithmes se trouve dans les bases de données, il y aura de nouvelles compétences pour vérifier qu'elles ne seront pas biaisées ou pour compenser un biais par un autre biais, faire une version algorithmique de la discrimination positive. Il faudra que tout cela soit explicable par des humains en montrant les opérations réalisées et les objectifs. Cela ne veut pas dire qu'on communiquera la base de données mais on donnera l'occasion de tester et contrôler l'ensemble du processus. Il ne faudra pas rechercher une solution absolument parfaite, elle n'existera pas. Il faudra aussi expérimenter dans cette fonction d'audit et de contrôle.

Ariella Masboungi

Un grand merci Cédric Villani, je pense que tout le monde est passionné par vos propos et va peut-être lire le rapport dans son intégralité, cela en vaut la peine. Je retiens votre enthousiasme et votre engagement. L'IA est là, il faut s'en saisir et la mettre au service des enjeux du bien public.

Cédric Villani

Dans votre domaine, pour une meilleure interconnexion entre les services d'une ville ou dans un design plus inventif pour les bâtiments ou dans la façon d'informer les usagers sur les services ou les faire participer, consciemment ou inconsciemment, s'ils acceptent de participer à des programmes qui permettent de connaître plus de détails sur leur emploi du temps ou leur trajet.

Ariella Masboungi

Je vous annonce que le prochain 5 à 7 aura lieu le 21 novembre prochain, avec l'architecte et historien Jean-Louis Cohen qui nous racontera Moscou et ses politiques urbaines. Vous apprécierez ce voyage en Russie !