

DONNER UN SENS À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

POUR UNE STRATÉGIE
NATIONALE ET EUROPÉENNE

Dossier de presse du
rapport Villani

mars 2018



L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE AU SERVICE
DE L'HUMAIN

DONNER UN SENS À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

POUR UNE STRATÉGIE
NATIONALE ET EUROPÉENNE

Dossier de presse

mars 2018

Cédric Villani



Comme bien d'autres adolescents férus de sciences dans les années 80, j'ai fait la connaissance de l'intelligence artificielle dans les superbes ouvrages de vulgarisation de Douglas Hofstadter, qui mettait en scène Alan Turing avec une passion contagieuse.

Mais comme bien des mathématiciens débutant la carrière dans les années 90, j'ai profondément sous-estimé l'impact de l'intelligence artificielle, qui ne donnait finalement, à cette époque, que peu de résultats. Quelle surprise ce fut d'assister, dans les années 2010, à l'incroyable amélioration de ses performances... Devenu moi-même vulgarisateur, je me suis mis à développer le sujet régulièrement, dans mes conférences publiques comme dans mes échanges avec le monde de l'entreprise. Et ce fut une surprise non moins grande de voir mes ouvrages de recherche sur le transport optimal cités dans des articles récents sur l'intelligence artificielle : comme un signe qu'il m'était impossible d'échapper à ce sujet polymorphe ! Du reste, depuis quelques années plus personne ne peut y échapper, tant il est devenu omniprésent dans les discussions économiques et sociales.

Aussi ai-je été à peine surpris quand le Premier ministre me confia une mission d'information sur la stratégie française et européenne en intelligence artificielle. Le défi était grand, mais mon enthousiasme considérable. Pour les orientations de départ, j'ai bénéficié du plein soutien du secrétaire d'État au numérique, Mounir Mahjoubi, et de l'expertise de mes collègues spécialistes dans le domaine, à commencer par mon ancien collaborateur Yann Ollivier. Avec leur aide, et avec le soutien des institutions d'État, j'ai pu mettre en place une équipe comme on en rêve : sept personnes extrêmement compétentes, investies à temps plein, aux profils variés. Cette étape était cruciale, tant on sait combien les ressources humaines sont la première condition de succès de tout projet.

Avant-propos

Pour démarrer notre réflexion, nous pouvions nous appuyer sur d'excellentes sources ; en particulier le rapport France IA, initié par Axelle Lemaire, le rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), rendu par mes collègues parlementaires Claude de Ganay et Dominique Gillot, ainsi que les remarquables travaux de la CNIL, sur l'éthique des algorithmes, et du Conseil d'orientation pour l'emploi. France Stratégie a également apporté son concours. Les contributions se sont multipliées, et rapidement la quantité de matériaux à digérer est apparue considérable ! Mais ensemble, nous avons pu collecter et synthétiser les quantités d'information fournies par les centaines d'experts, et par les milliers de citoyens qui ont apporté leur contribution à la réflexion — à ce sujet je remercie chaleureusement l'association *Parlement & Citoyens* qui a pu monter une plateforme de consultation en ligne dans des délais records !

L'intelligence artificielle ne peut se penser dans un cadre seulement national ; et cette mission a aussi été l'occasion de visites, aussi brèves qu'intenses, dans des lieux inspirants à l'étranger : Palo Alto, Beijing, Berlin, Ratisbonne, Londres, Zürich, Bologne, Lisbonne, Tel-Aviv et Haïfa. La logistique de ces visites a fait intervenir de nombreux acteurs institutionnels efficaces, que je remercie avec gratitude. Inutile de dire que les lieux inspirants français ont aussi été au rendez-vous, avec une mention spéciale pour The Camp, près d'Aix-en-Provence, qui a hébergé notre mission durant quelques jours.

Passionnante par la variété de sujets qu'elle nous a menés à étudier, cette mission a aussi été l'occasion de travailler, six mois durant, en collaboration avec tous les acteurs de la société, depuis les sciences exactes et humaines jusqu'aux administrations, en passant par les entrepreneurs, les journalistes et des auteurs de science-fiction talentueux — merci à Anne-Caroline Paucot et Olivier Paquet, qui ont gentiment accepté que nous intégrions quelques-unes de leurs nouvelles au rapport. À travers ces confrontations multiples, l'intelligence artificielle s'est affirmée à nos yeux comme un sujet universel, se déclinant dans d'infinies variations, qui doit s'aborder de façon systémique. C'est dans la synergie, nous en sommes convaincus, que notre nation, et notre continent, pourront se lancer avec confiance et détermination dans cette révolution naissante.

Méthodologie et composition de la mission

La méthodologie de la mission

Le 8 septembre 2017, le Premier ministre Édouard Philippe a confié à Cédric Villani, député de l'Essonne, une mission sur l'intelligence artificielle. L'objectif : poser les bases d'une stratégie nationale ambitieuse pour la France en matière d'IA.

De septembre 2017 à mars 2018, les travaux ont consisté en :

- près de 420 auditions d'experts issus de domaines variés et concernés par l'intelligence artificielle (santé, justice, transports, éthique, industrie, éducation, emploi et formation...);
- la mise en place d'une consultation publique en partenariat avec *Parlement & Citoyens*, qui a recueilli plus de 2 000 contributions pour 1639 participants uniques ;
- une étude comparative (benchmark) des politiques mises en place dans 15 pays.

La composition de la mission

Cédric Villani, mathématicien et député de l'Essonne

Marc Schoenauer, Directeur de recherche INRIA

Yann Bonnet, Secrétaire général du Conseil national du numérique

Charly Berthet, Responsable juridique et des affaires institutionnelles du Conseil national du numérique

Anne-Charlotte Cornut, Rapporteur au Conseil national du numérique

François Levin, Responsable des affaires économiques et sociales du Conseil national du numérique

Bertrand Rondepierre, Ingénieur de l'armement, DGA

Avec le soutien d'Anne-Lise Meurier, Zineb Ghafoor, Candice Foehrenbach, Stella Biabiany-Rosier, Camille Hartmann, Judith Herzog, Marylou Le Roy, Jan Krewer, Lofred Madzou et Ruben Narzul.

L'intelligence artificielle en quelques mots

Définir l'intelligence artificielle (IA) n'est pas chose facile. Le champ est si vaste qu'il est impossible de la restreindre à un domaine de recherche spécifique ; c'est plutôt un programme multidisciplinaire. Si son ambition initiale était d'imiter les processus cognitifs de l'être humain, ses objectifs actuels visent plutôt à mettre au point des automates qui résolvent certains problèmes bien mieux que les humains, par tous les moyens disponibles.

Ainsi l'IA vient au carrefour de plusieurs disciplines : informatique, mathématique (logique, optimisation, analyse, probabilités, algèbre linéaire), sciences cognitives...

sans oublier les connaissances spécialisées des domaines auxquelles on souhaite l'appliquer.

94 % des Français considèrent que les technologies de l'IA ont ou auront un impact important sur nos vies au quotidien (sondage médiamétrie)

L'essor récent et foudroyant de l'intelligence artificielle s'explique par les avancées importantes en matière d'apprentissage automatique (*machine learning*). Les techniques d'apprentissage constituent une révolution par rapport aux approches historiques d'IA : plutôt que de programmer les règles (souvent beaucoup plus complexes qu'on ne l'aurait cru) qui président à la réalisation d'une tâche, il est désormais possible de

laisser la machine les découvrir elle-même.

Le développement de l'IA se fait également dans un contexte marqué par la « mise en données » du monde, qui touche tous les secteurs, et par le décuplement des puissances de calcul et de stockage des informations. Les applications se multiplient et touchent directement notre quotidien : reconnaissance d'images, voiture autonome, détection de maladies, recommandation de contenus, sont quelques-uns des innombrables applications qui sont en cours d'exploration. L'universalité de l'IA et l'infinie variété de ses déclinaisons annoncent une révolution pleine de défis et de rebonds.

Les 10 messages clés du rapport

1. Favoriser l'émergence d'un écosystème européen de la donnée

La donnée est le matériau premier de l'intelligence artificielle et tient une place peut-être encore plus importante que celle des algorithmes. Afin de créer un environnement favorable pour les entreprises et chercheurs européens, il est essentiel de mener une politique de la donnée offensive qui vise à favoriser son accès, son partage et sa circulation. Dans cet objectif, la politique d'ouverture des données publiques doit être renforcée et l'État doit contribuer à la constitution de « communs de la donnée », des plateformes de partage de données entre acteurs économiques d'un même secteur. En lien, notamment, avec les réformes européennes en cours, il nous faut également aller plus loin dans l'ouverture des données détenues par les acteurs privés dans certains secteurs particulièrement clés (transport, santé...), à des fins de recherche ou d'intérêt général. Cette politique de la donnée doit enfin s'articuler avec un objectif de souveraineté, d'autonomie stratégique pour la France et l'Europe.

2. Créer un réseau de recherche d'excellence en IA

La recherche est le fer de lance du développement de l'IA et la France tient une place reconnue dans ce domaine, du fait de l'excellence de son école mathématique et informatique. Néanmoins, la recherche française souffre de plusieurs maux : trop faible niveau de rémunération et trop grande rigidité administrative, qui entraînent aujourd'hui une fuite des cerveaux vers l'étranger et les grands acteurs privés, accentuant encore le manque d'enseignants du supérieur alors que l'on manque cruellement d'étudiants formés à l'IA ; manque de recherche et de formation réellement interdisciplinaires ; manque de fluidité dans ses relations avec le monde industriel dans un domaine où la proximité est cruciale... Pour pallier ces manques, un réseau d'instituts interdisciplinaires irriguant le territoire pourrait être mis en place, permettant de regrouper sous un même drapeau l'ensemble des acteurs de l'enseignement-recherche français en IA. Conçus comme de véritables « zones franches de l'IA » (allègement des formalités administratives du quotidien, compléments de salaires, renforcement de la porosité des parcours publics et privés...), ces lieux devront permettre d'attirer les meilleurs chercheurs français et internationaux. Ils devront enfin offrir à ces acteurs des moyens de calcul conséquents dignes de leurs ambitions.

3. Concentrer l'effort économique et industriel sur 4 domaines prioritaires

Face aux géants chinois et américains, la France et l'Europe doivent concentrer leurs efforts sur des secteurs spécifiques où il est encore possible de faire émerger des acteurs d'excellence. La quantité et la qualité des données disponibles, l'importance en termes économique et d'intérêt général, la présence d'un écosystème naissant ainsi que la nécessité d'un rôle actif de l'État sont autant de facteurs ayant permis de déterminer quatre secteurs : santé, transport-mobilités, écologie et défense-sécurité.

Les 10 messages clés du rapport

4. Structurer le soutien à l'innovation sur de grands défis et expérimenter

Notre mission recommande de structurer le soutien à l'innovation autour de grands défis sectoriels, déterminés au plus près du terrain et répondant à des objectifs d'intérêt général : détection précoce des pathologies, médecine des 4 P (personnelle, prédictive, préventive, participative), disparition des déserts médicaux, mobilité urbaine zéro émission... Cette mobilisation des écosystèmes pourra s'accompagner de la mise en place d'espaces d'expérimentation, permettant aux développeurs d'IA (chercheurs, entreprises) de tester leurs solutions « en situation réelle » et de bénéficier d'un accompagnement dans leurs parcours d'innovation.

5. Créer un Lab public de la transformation du travail

Les incertitudes sont immenses face aux transformations du travail que va occasionner l'intelligence artificielle et l'automatisation : on sait néanmoins qu'elles risquent d'être extrêmement importantes et qu'elles vont toucher la plupart des métiers. Pour y faire face, une structure ad hoc pourrait être créée : elle aurait pour missions d'anticiper, en produisant des travaux de prévision et d'anticipation, pluridisciplinaires, mais également, et surtout, d'expérimenter. Expérimenter des dispositifs d'accompagnement et de formation pour les populations potentiellement les plus touchées par l'automatisation, mais plus largement des modalités nouvelles de production et de répartition de la valeur, au niveau territorial.

96 % des Français considèrent qu'elle nécessite l'adaptation des réglementations sur le travail et la formation

6. Expérimenter un dialogue social au niveau de la chaîne de valeur pour financer la formation professionnelle

Le développement de l'intelligence artificielle s'accompagne souvent de transferts massifs de valeur au profit des entreprises qui développent les dispositifs d'IA. Ces entreprises — par exemple une startup développant un logiciel pour la voiture autonome — participent à modifier largement les métiers des salariés des autres entreprises composant la chaîne de valeur — les constructeurs automobiles, dans cet exemple. Or, bien qu'elles captent une partie toujours plus importante de la valeur, elles ne participent pas au financement des dispositifs d'aide à la formation et à la transition professionnelle des salariés des autres entreprises de la chaîne de valeur : en effet le financement de la formation professionnelle est assis sur la masse salariale de chaque entreprise. Il est donc proposé d'expérimenter, via le dialogue social, de nouvelles modalités de financement pour tenir compte des transferts de valeur.

Les 10 messages clés du rapport

7. Tripler le nombre de personnes formées à l'IA d'ici 2020

Un objectif clair doit être fixé : à horizon trois ans, multiplier par trois le nombre de personnes formées en intelligence artificielle en France, à la fois en faisant en sorte que l'offre de formation existante s'oriente vers l'IA, mais également en créant de nouveaux cursus et de nouvelles formations à l'IA (doubles cursus droit-IA par exemple, modules généraux...). L'ensemble des niveaux (bac +2, bac +3, master, doctorats) doit faire l'objet d'attention.

8. Se donner les moyens de transformer les services publics grâce à l'IA

L'intelligence artificielle doit permettre de transformer les services publics, à la fois pour améliorer l'efficacité du fonctionnement des administrations, mais également pour améliorer l'accès au droit, faciliter les démarches administratives, évoluer vers des services publics plus personnalisés. Pour ce faire le rôle de la direction interministérielle du numérique et du système d'information et de communication de l'État (DINSIC) pourrait notamment être renforcé pour intégrer un pôle de compétences mutualisé en IA, chargé d'accompagner les administrations dans leur transformation. Un coordinateur interministériel pourrait être nommé afin de mettre en œuvre cette stratégie.

Pour 70 % des Français, l'IA peut faciliter les démarches administratives

9. Intégrer les considérations éthiques à tous les niveaux, de la conception des solutions d'IA jusqu'à leur impact dans la société

Les algorithmes d'intelligence artificielle sont amenés à jouer un rôle toujours plus important dans nos vies (aide à la décision judiciaire, attribution de crédits, appui aux politiques de sécurité et défense...). Or est parfois difficile de comprendre comment sont prises leurs décisions et suivant quels critères. Il apparaît donc nécessaire que les pouvoirs publics se dotent d'une fonction d'audit de ces algorithmes — par exemple un corps d'experts publics assermentés. Dans le cadre d'une procédure judiciaire ou sur saisine du Défenseur des droits, il pourrait être alors possible de mettre au jour le fonctionnement des algorithmes et en révéler les potentiels erreurs ou biais discriminatoires. Il est par ailleurs nécessaire de faire vivre le débat éthique dans la société. À ce titre un Comité d'éthique sur les technologies numériques et l'intelligence artificielle pourrait être constitué. Ses avis et recommandations pourraient servir de standard à l'industrie. Ce comité serait en outre chargé d'animer le débat de société sur l'IA et de mettre en valeur les initiatives spontanées de réflexion sur l'éthique. Les développeurs doivent enfin prendre en compte les conséquences sociales des solutions d'IA qu'ils développent : l'étude d'impact, rendue obligatoire par la législation européenne sur la protection des données s'agissant des algorithmes présentant un risque pour la vie privée des individus, pourrait utilement être complétée par une étude d'impact sur les risques de discrimination des solutions d'IA.

Les 10 messages clés du rapport

10. Porter une politique audacieuse de féminisation du secteur de l'IA

En 2016, on dénombrait moins de 10 % de femmes dans les écoles d'ingénieur en informatique. Afin d'éviter que les algorithmes d'IA ne contribuent à reproduire des biais de genre du fait du manque de diversité de ceux qui les développent, il est essentiel de mettre en place une politique audacieuse de féminisation du secteur

**86 % des Français
considèrent qu'une
politique d'incitation active
est nécessaire**

numérique. Ainsi il pourrait être instaurée une politique incitative visant à atteindre un seuil de 40 % d'étudiantes dans les filières du numérique (classes préparatoires et filières des grandes écoles et des universités) d'ici 2020.

Le rapport en 10 pages

Partie 1 — Une politique économique articulée autour de la donnée

Les mastodontes actuels de l'intelligence artificielle (États-Unis et Chine) et les pays émergents de la discipline (Israël, Canada et Royaume-Uni notamment) se développent ou se sont développés sur des modèles parfois radicalement différents. Ce n'est pas forcément grâce à un « Google européen » que la France et l'Europe pourront se faire une place sur la scène mondiale de l'IA. Elles doivent pour cela inventer un modèle spécifique.

Un écosystème européen de la donnée

Les données sont généralement le point de départ de toute stratégie en IA, car de leur disponibilité dépendent de nombreux usages et applications. Or les données bénéficient aujourd'hui majoritairement à une poignée de très grands acteurs. Ce n'est qu'au prix d'un plus grand accès et d'une meilleure circulation de ces données, pour en faire bénéficier les pouvoirs publics, mais aussi les acteurs économiques plus petits et la recherche publique, qu'il sera possible de rééquilibrer les rapports de forces.

La puissance publique doit pour cela amorcer de nouveaux modes de production, de collaboration et de gouvernance sur les données, par la constitution de « communs de la donnée »¹. Cela devra passer par une incitation des acteurs économiques au partage et à la mutualisation de leurs données, l'État pouvant ici jouer un rôle de tiers de confiance. Dans certains cas, la puissance publique pourrait imposer l'ouverture

s'agissant de certaines données d'intérêt général. Au niveau européen, plusieurs réformes en cours doivent permettre un meilleur accès et une plus grande circulation des données. La révision prochaine de la directive sur la réutilisation des informations du secteur public doit être l'occasion d'accélérer le mouvement d'ouverture des données publiques et de préciser les modalités d'un accès à des données privées pour des motifs d'intérêt général. La réforme actuelle du droit d'auteur devrait — enfin ! — permettre d'autoriser les pratiques de fouille de texte et de données (*text and data mining*) dans un objectif de compétitivité de notre recherche publique. Cette politique de la donnée doit s'articuler avec un objectif de souveraineté : la France et l'Europe doivent conserver une position ferme s'agissant du transfert de données hors de l'Union européenne. La stratégie en IA devra en outre capitaliser sur les hauts standards de protection issus de la nouvelle législation européenne sur les données. Le nouveau droit à la portabilité² des individus sur leurs données personnelles pourrait ainsi s'inscrire dans une logique citoyenne, pour permettre à l'État et aux collectivités territoriales de récupérer ces données pour développer des applications en IA à des fins de politique publique.

Renforcer la visibilité de ceux qui font l'IA

La France dispose de tous les atouts pour exister pleinement sur la scène internationale. Néanmoins nos entreprises et nos réseaux académiques souffrent d'un véritable manque de visibilité. C'est à la fois vrai à l'étranger et sur le marché domestique : les grandes entreprises préfèrent parfois céder aux sirènes des géants mondiaux de la discipline plutôt que de faire confiance à nos pépites nationales, soit parce qu'elles en ignorent l'existence,

¹ Les communs, ou biens communs, désignent une ressource dont l'usage et la gouvernance sont définis par une communauté.

² La capacité pour les utilisateurs de récupérer leurs données, pour leurs propres usages ou pour les transférer vers un autre service.

soit par excès de prudence. Notre mission propose ainsi de fédérer les acteurs français de l'intelligence artificielle autour d'une marque forte, qui pourrait prendre la forme de labels et de prix « d'innovation de terrain » visant à récompenser les solutions d'IA les plus innovantes et à sécuriser de potentiels acheteurs.

Cet effort doit s'accompagner d'une structuration de la demande en IA. Cela pourrait passer par la création d'un guichet unique d'information visant à aider les potentiels acheteurs d'IA à mieux formaliser leurs besoins et à identifier les acteurs permettant d'y répondre.

Un choix clair : mettre l'accent sur quatre secteurs stratégiques

Pour renforcer l'écosystème français et européen de l'intelligence artificielle, il nous faut tirer parti des avantages comparatifs et des niches d'excellence de notre économie. De ce point de vue, notre mission recommande d'éviter les logiques de saupoudrage et de concentrer l'effort sur quatre secteurs prioritaires : santé, environnement, transports-mobilités et défense-sécurité. Tous représentent un défi majeur du point de vue de l'intérêt général, tous requièrent une impulsion importante de l'État et tous sont susceptibles de cristalliser l'intérêt et l'implication continue des acteurs publics et privés.

Pour chacun de ces secteurs, la stratégie industrielle doit permettre de mobiliser et de structurer les écosystèmes autour de grands enjeux et défis sectoriels. Il n'est pas question ici de développer de l'IA pour elle-même, comme une fin en soi, mais justement de canaliser cette énergie pour le développement d'applications, d'usages qui contribuent à améliorer notre performance économique ainsi que le bien commun : détection précoce des

pathologies, médecine des 4P³, disparition des déserts médicaux, mobilité urbaine à zéro émission... Ces enjeux et défis affichés de politique industrielle, propres à chaque secteur, dépassent le sujet de l'IA, mais pourraient contribuer à donner un terrain favorable à son développement.

Le deuxième pilier de cette stratégie consiste à mettre en place des plateformes sectorielles de mutualisation. Celles-ci devront offrir un accès différencié et sécurisé aux acteurs de ces différents écosystèmes (chercheurs, entreprises, puissance publique) à des données pertinentes pour le développement d'IA, à des ressources logicielles ainsi qu'à des infrastructures de calcul d'ampleur significative. Dans un *continuum* public-privé, ces plateformes devront permettre à ces différents acteurs de développer de nouvelles fonctionnalités adaptées aux spécificités de chaque secteur.

Enfin, il est essentiel de fluidifier les parcours d'innovation en IA avec la mise en place de « bacs à sable d'innovation », qui se déclinent sur trois aspects : un allègement, temporaire, de certaines contraintes réglementaires pour laisser le champ libre à l'innovation ; un accompagnement des acteurs dans la prise en compte de leurs obligations ; des moyens d'expérimentation en situation réelle.

Transformation de l'État, État exemplaire

L'État doit être un puissant moteur de ces transformations. La puissance publique doit se donner les moyens matériels et humains d'intégrer l'IA à la conduite de ses politiques publiques, à la fois dans une perspective de modernisation et par souci d'exemplarité.

³ Médecine personnalisée, préventive, prédictive, participative.

Le rapport en 10 pages

Cette transformation va inévitablement prendre du temps et la maturité des différents ministères et administrations sur l'IA est très inégale. C'est pourquoi il est nécessaire d'installer un coordinateur interministériel dédié à la mise en œuvre de cette stratégie. Celui-ci pourra s'appuyer sur un pôle mutualisé de compétences, constitué d'une trentaine d'agents et chargé de conduire des missions de conseil auprès des administrations.

La commande publique doit être repensée. Évaluée à près de 70 milliards d'euros annuels pour l'État, les établissements publics et les collectivités, elle reste insuffisamment orientée vers l'innovation, pour des raisons à la fois opérationnelles, juridiques et culturelles. Notre mission recommande plusieurs mesures qui visent à mettre l'achat public au service du soutien aux industries européennes et à dynamiser l'achat public innovant.

Partie 2 — Pour une recherche agile et diffusante

La recherche française est au premier plan mondial pour ce qui concerne ses chercheurs en mathématiques et en intelligence artificielle, mais elle a du mal à transformer ses avancées scientifiques en applications industrielles et économiques. Elle pâtit d'une « fuite des cerveaux » vers les géants américains. L'offre de formation se situe par ailleurs bien en deçà des besoins en matière d'IA et science des données.

Fédérer les acteurs de la recherche autour d'Instituts Interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle

Il faut renforcer la place mondiale de notre recherche en IA en créant, à l'intérieur d'une sélection d'établissements publics d'enseignement et recherche, des *Instituts*

Interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle (3IA) autonomes et coordonnés, réunissant chercheurs, ingénieurs et étudiants. Ils ont vocation à être répartis géographiquement sur l'ensemble du territoire national, diversifiés thématiquement sur les domaines de l'IA et mettant un accent fort sur l'interdisciplinarité, notamment, mais pas uniquement, vis-à-vis des sciences humaines et sociales.

Il faudra tout d'abord réussir à attirer des scientifiques français et étrangers. Ces instituts devront procurer un environnement de travail suffisamment attractif pour résister à la pression compétitive des géants du numérique, c'est pourquoi ils devront être conçus comme des « zones franches de l'IA » : allègement drastique des formalités administratives du quotidien, compléments de salaire conséquents, aides pour l'amélioration de la qualité de vie. Ces instituts pourront offrir des postes à temps plein et des statuts intermédiaires d'affiliés, pour les chercheurs qui restent dans les établissements fondateurs.

Il faudra également attirer des partenaires privés (grands groupes, PME, startups) porteurs de solutions en IA fondamentalement nouvelles, en leur permettant de former leurs ingénieurs, de recruter des ingénieurs de haut niveau, de réaliser ou consolider des avancées technologiques. Plusieurs modes de participation pourront être définis, selon des contrats-cadres adaptés permettant de démarrer d'éventuelles collaborations spécifiques de manière simple et rapide.

Ces instituts devront effectivement contribuer à l'augmentation substantielle d'offres de formations en IA attractives et diversifiées. La présence d'enseignants de réputation internationale, entourés d'une équipe du même niveau ; la possibilité de côtoyer, via des stages ou des concours d'innovation, des industriels et des acteurs économiques de tout premier plan ; des offres de formations pluridisciplinaires avec

doubles diplômes, et des facilités financières comme des bourses de master et de doctorat devraient permettre d'augmenter significativement le nombre d'étudiants venant se former à l'IA autour de ces instituts.

Il est enfin nécessaire de penser une coordination nationale du réseau des 3IA, sur les plans scientifique et administratif, qui soit efficace et transparente. Au niveau scientifique, cela passe notamment par la coordination des séminaires, le partage des ressources de formation, la coordination des stages et la consolidation de leurs résultats. Au niveau administratif, il s'agira de déterminer les allègements consentis à tous les 3IA, garantissant que chacun d'entre eux puisse en bénéficier, sans pour autant alourdir les procédures et sans empiéter sur l'autonomie de chacun.

Des moyens de calcul pour la recherche

Les instituts de recherche en IA doivent pouvoir disposer d'outils de calcul qui leur permettent de rivaliser avec les moyens quasi-illimités des grands acteurs privés. C'est pourquoi notre mission propose la mise en place d'un supercalculateur conçu spécifiquement pour les applications d'IA, dédié aux chercheurs et à leurs partenaires économiques dans le cadre de projets communs.

Ce supercalculateur, s'il est essentiel, devrait être complété par un forfait d'accès à un *cloud* privé, développé à un niveau européen et adapté aux spécificités de l'IA (en temps de calcul et en espace de stockage).

Rendre plus attractives les carrières dans la recherche publique

Même s'il est illusoire de penser rivaliser financièrement avec les offres des GAFAM, l'écart est actuellement si important qu'il

tend à décourager les jeunes diplômés, y compris ceux qui sont le plus attachés à la recherche publique et au bien commun. Un doublement des salaires en début de carrière est un point de départ minimal indispensable, sous peine de voir se tarir définitivement le flux de jeunes prêts à s'investir dans l'enseignement supérieur et la recherche académique. Il est par ailleurs nécessaire de renforcer l'attractivité de la France pour les talents expatriés ou étrangers, notamment avec des incitations financières.

Partie 3 — Anticiper les impacts sur le travail, l'emploi et expérimenter

Le monde du travail est à l'aube de grandes transformations et n'y est encore que peu préparé. Les incertitudes sur les conséquences du développement combiné de l'intelligence artificielle, de l'automatisation et de la robotique sont très importantes, notamment concernant les emplois détruits et créés. Néanmoins, il apparaît de plus en plus certainement que la majorité des métiers et des organisations vont être très largement transformés. Nous entrons donc dans une période de transition technologique importante : l'histoire nous enseigne que les précédentes transitions ne se sont pas faites sans encombre et que les processus de réajustement politiques ont parfois été violents, souvent au détriment des populations déjà les plus fragiles. Il est donc nécessaire de prendre le problème à bras le corps et d'agir résolument, sans céder à la panique ni au fatalisme.

Cela passe d'abord par une réflexion sur les modes de complémentarité entre l'humain et l'intelligence artificielle : si l'on part du principe que, pour la plupart des métiers, les individus seront amenés à travailler en collaboration avec une machine, il est nécessaire de définir une complémentarité

Le rapport en 10 pages

qui ne soit pas aliénante, mais au contraire permette de développer les capacités proprement humaines (créativité, dextérité manuelle, capacité de résolution de problèmes...). Cela pourra s'articuler de plusieurs manières. Tout d'abord au travers d'une transformation du dialogue social afin d'intégrer pleinement les enjeux numériques et développer un indice de bonne complémentarité. De manière plus globale, un chantier législatif relatif aux conditions de travail à l'heure de l'automatisation pourrait être lancé afin de prendre en compte les nouveaux risques. Enfin, une transformation de la formation initiale et continue devra être amorcée afin de favoriser les pédagogies expérimentales, à même de développer les compétences créatives qui deviennent de plus en plus cruciales.

Créer un lab public de la transformation du travail

C'est la première nécessité : s'assurer que la capacité d'anticipation soit pérenne, continue et surtout articulée avec des politiques publiques. La parution des études sur l'avenir du travail occasionne des débats collectifs passionnants, mais souvent sans véritable incidence, tandis que les politiques publiques ne sont modifiées qu'à la marge et peinent à prendre véritablement en compte les résultats de ces exercices prospectifs. Les transformations peuvent être extrêmement rapides et les circuits des politiques publiques sont tout aussi complexes et difficiles à manœuvrer. La formation professionnelle, à elle toute seule par exemple, représente 32 milliards d'euros par an, avec une multitude de canaux de financement et une myriade d'acteurs différents.

Il est donc nécessaire de constituer un espace où les capacités prospectives, de prévisions macro-économiques et d'analyse des mutations des usages puissent être mises en lien avec des capacités d'expérimentation concrètes et articulées

avec des actions à destination de certaines catégories de travailleurs. Une structure pérenne pourrait donc être installée, qui aurait un rôle de « tête chercheuse » à l'intérieur des politiques publiques de l'emploi et de la formation professionnelle. Elle aura un double rôle : anticiper et expérimenter.

La démarche expérimentale pourra servir à amorcer des logiques différentes de celles qui sont actuellement en vigueur dans la formation professionnelle. Les dispositifs actuels sont largement « à la main » des salariés, dans une logique de responsabilisation individuelle. Au vu du caractère potentiellement très rapide, voire exponentiel de ces transformations, il semble difficile, pour les dispositifs généraux existants, de répondre à l'ensemble des situations et de permettre à la fois la prise en compte des besoins de l'ensemble de la population et la nécessité d'agir de manière ciblée et urgente. De plus, face à la transformation de leur emploi, les individus ne sont pas égaux dans la capacité de s'adapter et de construire des parcours professionnels.

À cet égard, des expérimentations pourraient être menées afin de construire des dispositifs qui ciblent certaines populations d'individus, dont les emplois sont considérés comme étant le plus à risque d'automatisation et pour lesquelles il sera complexe d'amorcer seules leur transition professionnelle. Il s'agit donc de rompre, en partie, avec la seule logique de responsabilisation de l'individu concernant sa propre transition professionnelle.

Expérimenter de nouveaux modes de financement de la formation professionnelle pour tenir compte des transferts de valeur

Le financement de la formation professionnelle est fondé sur la masse salariale. Or, le développement de l'IA

renforce la mutation des chaînes de valeur et entraîne une décorrélation entre les acteurs qui financent la formation professionnelle et ceux qui captent la valeur ajoutée. Ainsi des acteurs ayant une très faible masse salariale peuvent être à l'origine d'une grande partie de la valeur ajoutée d'une chaîne de valeur globale qu'ils contribuent à très largement modifier par exemple en développant un logiciel pour les voitures autonomes. Pour autant, à l'heure actuelle, ils ne participent pas au financement de la transition professionnelle des individus employés par d'autres acteurs de la chaîne de valeur.

Il est donc proposé d'instaurer un dialogue social autour du partage de la valeur ajoutée au niveau de la chaîne de valeur entière. Ce type de négociation ne correspond pas aux structurations habituelles du dialogue social qui fonctionne très largement à un niveau national et surtout suivant une structuration verticale, par branche. Des expérimentations pourraient être organisées par l'Organisation internationale du travail, ou encore les comités de dialogue social sectoriel, autour de produits et de chaînes de valeur particulièrement symptomatiques des phénomènes de captation de valeur.

Former des talents en IA, à tous niveaux

Un objectif clair doit être fixé : à horizon trois ans, multiplier par trois le nombre de personnes formées en intelligence artificielle en France, à la fois en faisant en sorte que l'offre de formation existante s'oriente vers l'IA, mais également en créant de nouveaux cursus et de nouvelles formations à l'IA (doubles cursus droit-IA par exemple, modules généraux...). L'ensemble des niveaux (bac +2, bac +3, master, doctorat) doit faire l'objet d'attention.

Partie 4 — L'intelligence artificielle au service d'une économie plus écologique

Donner un sens à l'intelligence artificielle, c'est également penser sa soutenabilité, notamment écologique. Cela ne se résume pas à lister les usages de l'IA qui pourront aider à la transition écologique. Il s'agit de penser une IA nativement écologique et de l'utiliser pour mieux penser l'impact de l'humain sur son environnement. Il y a urgence : d'ici 2040, les besoins en espace de stockage au niveau mondial, fondamentalement corrélés au développement du numérique et de l'IA, risquent d'excéder la production disponible globale de silicium.

La France et l'Europe peuvent devenir le fer-de-lance de cette transition écologique intelligente, d'abord en inscrivant le sujet à l'agenda international. Premier chantier : penser les impacts de l'IA sur la réalisation des objectifs de l'ONU sur le développement durable (ODD) — en quoi celle-ci en met certains sous contrainte, comment elle peut à l'inverse permettre d'en accélérer d'autres. L'IA doit s'intégrer aux initiatives émergentes dans le cadre de l'Accord climat et du Pacte mondial pour l'environnement.

Les acteurs des transitions numérique et écologique doivent se fédérer. Pour cela, il est nécessaire de créer un lieu dédié à cette rencontre entre la recherche en IA et la recherche portant sur l'optimisation des ressources énergétiques. Il s'agira de porter des projets à la croisée des sciences du vivant et de l'écologie, la recherche sur le climat et la météo.

Le consommateur doit être acteur dans le verdissement de ces technologies. Notre mission propose ainsi la mise en place d'une plateforme dédiée à la mesure de l'impact environnemental des solutions numériques

Le rapport en 10 pages

intelligentes. Cette plateforme devra s'accompagner d'un outil simple permettant à tout citoyen de prendre conscience de ces enjeux et de comparer l'impact environnemental de ces différents produits et services, logiciels et matériels.

Penser une IA plus verte

Nous devons penser l'innovation de rupture dans le domaine du semi-conducteur, l'une des briques matérielles de l'IA. À ce titre les technologies neuromorphiques⁴ peuvent permettre des économies d'énergie considérables — et la France est déjà très avancée dans le domaine.

Par ailleurs, les pouvoirs publics doivent agir pour le verdissement de la chaîne de valeur et accompagner l'industrie du *cloud* européen dans le sens de sa transition écologique. Certains acteurs sont déjà exemplaires en matière d'optimisation de l'utilisation de l'énergie. Il est important de diffuser ces bonnes pratiques à l'ensemble du secteur. Un label pourrait être mis en place afin de valoriser les solutions les plus exemplaires.

Enfin, le verdissement de la chaîne de valeur de l'IA passera nécessairement par des architectures matérielles et logicielles ouvertes (*open hardware* et *open software*) qui, en plus d'être un facteur de confiance, peuvent permettre des économies d'énergie significatives et qui peuvent inspirer les initiatives en cours au niveau européen.

Libérer la donnée écologique

Le développement d'une IA verte n'est possible qu'à condition de libérer la donnée écologique. Pour développer des solutions d'IA au service de la transition écologique, il est ainsi primordial de mettre à la

disposition de tous, chercheurs et entreprises européennes, et rapidement, à horizon 2019, les données publiques disponibles : météorologiques, agricoles, de transports, d'énergie, de biodiversité, de climat, de déchets, cadastrales, de diagnostic de performance énergétique... Pour les jeux de données les plus sensibles, l'ouverture pourrait se faire dans un périmètre précis, par exemple dans le cadre de défis sectoriels. Il est également essentiel de libérer la donnée privée, lorsque cela est nécessaire.

Partie 5 — Quelle éthique de l'IA ?

Les progrès récents de l'IA dans de nombreux domaines (voitures autonomes, reconnaissance d'images, assistants virtuels) et son influence croissante sur nos vies renforcent sa place dans le débat public. Ce débat a notamment pris la forme d'une large réflexion sur les enjeux éthiques liés au développement des technologies d'intelligence artificielle et plus largement des algorithmes. Loin des considérations spéculatives sur les menaces existentielles de l'IA pour l'humanité, les réflexions tendent à se cristalliser autour des algorithmes du « quotidien », qui peuvent d'ores et déjà avoir des conséquences importantes sur nos vies.

Si nous souhaitons faire émerger des technologies d'IA conformes à nos valeurs et normes sociales, il faut agir dès à présent en mobilisant la communauté scientifique, les pouvoirs publics, les industriels, les entrepreneurs et les organisations de la société civile. Notre mission a cherché, humblement, à proposer quelques pistes permettant de poser les bases d'un cadre éthique pour le développement de l'IA et à faire vivre ce débat dans la société.

⁴ On appelle puces neuromorphiques les puces dont le fonctionnement s'inspire du cerveau humain.

Ouvrir les boîtes noires

Une grande partie des considérations éthiques soulevées tiennent à l'opacité de ces technologies : l'IA donne aujourd'hui des résultats spectaculaires, pour des raisons que les chercheurs ont parfois du mal à expliquer. C'est le fameux problème de la boîte noire : des systèmes algorithmiques dont il est possible d'observer les données d'entrée (*input*), les données de sortie (*output*), mais dont on comprend mal le fonctionnement interne. Dans un contexte où l'IA est susceptible de reproduire des biais et des discriminations, et à mesure de son irruption dans nos vies sociales et économiques, être en mesure « d'ouvrir les boîtes noires » tient de l'enjeu démocratique.

L'explicabilité des algorithmes d'apprentissage automatique est un sujet si pressant qu'il constitue aujourd'hui un champ de recherche spécifique, qui doit être soutenu par la puissance publique. Trois axes en particulier semblent mériter une attention particulière : la production de modèles plus explicables bien sûr, mais aussi la production d'interfaces utilisateurs plus intelligibles et la compréhension des mécanismes cognitifs à l'œuvre pour produire une explication satisfaisante.

Au-delà de la transparence, il est nécessaire d'accroître l'auditabilité des systèmes d'IA. Cela pourrait passer par la constitution d'un corps d'experts publics assermentés, en mesure de procéder à des audits d'algorithmes, des bases de données et de procéder à des tests par tout moyen requis. Ces experts pourraient être saisis à l'occasion d'un contentieux judiciaire, dans le cadre d'une enquête diligentée par une autorité administrative indépendante ou suite à une demande du Défenseur des droits.

Penser l'éthique dès la conception

Les chercheurs, ingénieurs et entrepreneurs qui contribuent à la conception, au développement et à la commercialisation de systèmes d'IA sont amenés à jouer un rôle décisif dans la société numérique de demain. Il est essentiel qu'ils agissent de manière responsable, en prenant en considération les impacts socio-économiques de leurs activités. Pour s'en assurer, il est nécessaire de les sensibiliser, dès le début de leur formation, aux enjeux éthiques liés au développement des technologies numériques. Aujourd'hui cet enseignement est quasiment absent des cursus des écoles d'ingénieurs ou des parcours informatiques des universités, alors même que le volume et la complexité des problématiques éthiques auxquels ces futurs diplômés seront confrontés ne cessent de croître.

Au-delà de la formation des ingénieurs, les considérations éthiques doivent irriguer le développement même des algorithmes d'intelligence artificielle. Sur le modèle de l'étude d'impact sur les risques en matière de vie privée (*privacy impact assessment*), rendu obligatoire pour certains traitements de données par le règlement général sur la protection des données (RGPD), il pourrait être institué une étude d'impact sur les risques de discrimination (*discrimination impact assessment*). L'objectif est simple : obliger les développeurs d'IA à se poser les bonnes questions, au bon moment.

Plus généralement, l'utilisation croissante de l'IA dans certains domaines sensibles comme la police, la banque, l'assurance, la justice ou l'armée (avec la question des armes autonomes) appelle un véritable débat de société et une réflexion sur la question de la responsabilité humaine. Nous devons également nous interroger sur la place de l'automatisation dans les décisions humaines : existent-ils des domaines où le jugement humain, aussi

Le rapport en 10 pages

faillible soit-il, ne devrait pas à être remplacé par une machine ?

Créer un comité d'éthique de l'IA

Notre mission recommande la création d'un comité d'éthique des technologies numériques et de l'IA ouvert sur la société. Cet organe serait chargé d'organiser le débat public, de façon lisible, construite et encadrée par la loi. Il devra parvenir à articuler des logiques de temps court, celui des enjeux économiques et industriels, en bonne interaction avec les comités sectoriels, tout en parvenant à s'en extraire pour penser le temps long.

Les avis de ce comité, élaborés en toute indépendance, pourraient éclairer les choix technologiques des chercheurs, des acteurs économiques, industriels et de l'État. Ses recommandations pourront servir de référence pour la résolution de dilemmes éthiques (par exemple sur le véhicule autonome) et donc servir de standard pour les développements en IA.

Partie 6 — Pour une IA inclusive et diverse

L'intelligence artificielle ne peut pas être une nouvelle machine à exclure. C'est une exigence démocratique dans un contexte où ces technologies sont en passe de devenir une des clés du monde à venir. Elle ouvre de formidables opportunités de création de valeur et de développement de nos sociétés et des individus. Ces opportunités doivent bénéficier à tous.

Mixité et diversité : agir pour l'égalité

En dépit d'une féminisation lente, mais progressive des filières scientifiques et techniques, le numérique fait figure d'exception : la parité entre les hommes et

les femmes est loin d'y être acquise. À mesure que le numérique et, demain, l'intelligence artificielle deviennent omniprésents dans nos vies, ce manque de diversité peut conduire les algorithmes à reproduire des biais cognitifs — souvent inconscients — dans la conception des programmes, l'analyse des données et l'interprétation des résultats. L'un des grands défis de l'IA consiste donc à parvenir à une meilleure représentativité de nos sociétés.

Si l'éducation à l'égalité et au numérique est une condition préalable et essentielle, la mixité pourrait être atteinte avec une politique incitative visant à atteindre un seuil de 40% d'étudiantes dans les filières du numérique (classes préparatoires et filières des grandes écoles et des universités) d'ici 2020.

L'ensemble des actions en faveur de la diversité dans les entreprises du numérique pourraient par ailleurs être portées par une action nationale en faveur de la mixité et de la diversité dans la technologie avec l'alimentation, notamment, d'une base de données nationale permettant d'objectiver les inégalités entre les femmes et les hommes au travail et de fonds dédiés à soutenir la diversité dans l'IA.

Développer la médiation numérique et l'innovation sociale pour que l'IA bénéficie à tous

Face à l'ampleur des transformations à venir par l'IA, il est de notre responsabilité collective de s'assurer que personne ne soit mis de côté. Pour que chacun puisse véritablement bénéficier des avancées de l'IA, nos procédures d'accès aux droits doivent évoluer, et nos capacités de médiation considérablement se renforcer. Notre mission propose donc de mettre en place un système automatisé d'aide à la gestion des démarches administratives qui vise à améliorer la connaissance pour le grand public des règles administratives et

de leur application à une situation personnelle. En complément, de nouvelles capacités de médiation doivent être déployées pour accompagner les personnes qui en ont besoin, en lien avec les réseaux du prendre soin présents sur le territoire.

Enfin, il est important que la puissance publique soutienne le développement d'initiatives basées sur l'IA dans les champs sociaux. À l'heure actuelle, les capacités d'innovation par l'IA restent très concentrées au sein d'un petit nombre d'entreprises. À l'exception de la santé, les champs sociaux reçoivent une part minoritaire des investissements privés. Cette structuration de l'écosystème d'innovation en IA a des conséquences sur la vitesse des progrès réalisés dans les champs sociaux. Afin de redistribuer ces capacités d'innovation, la puissance publique pourrait lancer des programmes spécifiques pour accompagner l'innovation d'IA en matière sociale, et outiller les acteurs sociaux afin qu'ils puissent bénéficier des avancées liées à l'IA.

L'intelligence artificielle, quel avenir dans notre société ?

Étude conjointe Mission Villani-Médiamétrie



INTÉRÊT GÉNÉRAL

93%



L'I.A va avoir un **impact important** dans le **quotidien** des Français



Dont **42%**

I.A* = **révolution**

94%



L'I.A doit faire l'objet de **débats publics réguliers**

EMPLOI & FORMATION

93%

L'I.A va **transformer** les emplois



96%

L'I.A nécessite l'**adaptation des réglementations** travail et formation

Pour

85%



Incitation nécessaire pour atteindre **40% d'étudiantes** dans les filières numériques

DÉMARCHES & SERVICES

69%



L'I.A peut aider aux **démarches administratives**

Pour quels services ?

- ✓ Renouvellement automatique des documents officiels
- ✓ Remplissage automatique des autres déclarations administratives
- ✓ Remplissage automatique des déclarations fiscales

33%



Oui au **partage de données personnelles**

- ✓ *Après d'entreprises ou d'institutions identifiées*
- ✓ *Intérêt général*
- ✓ *Nouveaux services personnalisés*

I.A* = Intelligence Artificielle

aiforhumanity.fr

Contacts presse

Candice Foehrenbach • Attachée parlementaire de Cédric Villani •
candice.foehrenbach@clb-an.fr • +33 6 78 15 27 93

Yann Bonnet • Secrétaire général du Conseil national du numérique •
presse@cnumerique.fr • +33 1 44 97 25 08