

N° 279

SÉNAT

SESSION ORDINAIRE DE 2018-2019

Enregistré à la Présidence du Sénat le 31 janvier 2019

RAPPORT D'INFORMATION

FAIT

au nom de la commission des affaires européennes (1) sur la stratégie européenne pour l'intelligence artificielle,

Par MM. André GATTOLIN, Claude KERN, Cyril PELLEVAL et Pierre OUZOULIAS,

Sénateurs

(1) Cette commission est composée de : M. Jean Bizet, *président* ; MM. Philippe Bonhecarrère, André Gattolin, Mme Fabienne Keller, M. Didier Marie, Mme Colette Mélot, MM. Cyril Pellevat, André Reichardt, Simon Sutour, Mme Véronique Guillotin, M. Pierre Ouzoulias, *vice-présidents* ; M. Benoît Huré, Mme Gisèle Jourda, MM. Pierre Médevielle, Jean-François Rapin, *secrétaires* ; MM. Pascal Allizard, Jacques Bigot, Yannick Botrel, Pierre Cuypers, René Danesi, Mme Nicole Duranton, M. Christophe-André Frassa, Mme Joëlle Garriaud-Maylam, M. Daniel Gremillet, Mmes Pascale Gruny, Laurence Harribey, MM. Claude Haut, Olivier Henno, Mmes Sophie Joissains, Claudine Kauffmann, MM. Guy-Dominique Kennel, Claude Kern, Pierre Laurent, Jean-Yves Leconte, Jean-Pierre Leleux, Mme Anne-Catherine Loisier, MM. Franck Menonville, Georges Patient, Michel Raison, Claude Raynal, Mme Sylvie Robert.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
AVANT-PROPOS	5
PREMIÈRE PARTIE : PRÉPARER LA QUATRIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE	7
I. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, UNE TECHNOLOGIE À L'ORIGINE D'UNE NOUVELLE RÉVOLUTION INDUSTRIELLE	7
A. UNE TECHNOLOGIE MAL DÉFINIE, SOURCE DE CRAINTES ET DE FANTASMES.....	7
B. UNE OU PLUSIEURS IA ?	9
C. UNE TECHNOLOGIE TRANSVERSALE QUI AURA UN IMPACT SUR L'ENSEMBLE DE L'ACTIVITÉ HUMAINE	10
II. UNE RÉPONSE POLITIQUE GLOBALE NÉCESSAIRE : L'APPROCHE EUROPÉENNE	12
A. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU CŒUR DE LA COMPÉTITION MONDIALE	12
1. <i>Les États-Unis</i>	13
2. <i>L'ambition de la Chine</i>	14
3. <i>Les autres acteurs dans le monde</i>	15
B. L'APPROCHE EUROPÉENNE : UNE RÉPONSE GLOBALE	16
DEUXIÈME PARTIE : DÉVELOPPER UNE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN TOUS POINTS EUROPÉENNE	21
I. LES DONNÉES : MATIÈRE PREMIÈRE DE L'IA AU CŒUR DE LA STRATÉGIE POUR LE MARCHÉ UNIQUE NUMÉRIQUE	22
II. INVESTIR ET DÉVELOPPER DES CAPACITÉS INDUSTRIELLES POUR FABRIQUER L'IA EN EUROPE	23
A. L'AUGMENTATION DES INVESTISSEMENTS DANS L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	24
B. VERS UNE COOPÉRATION RENFORCÉE ENTRE LE PUBLIC ET LE PRIVÉ ET LA MISE EN RÉSEAU DE CENTRES D'EXCELLENCE EN FAVEUR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE.....	25
C. POUR L'ADOPTION D'UN PROJET IMPORTANT D'INTÉRÊT EUROPÉEN COMMUN EN FAVEUR DE L'IA.....	26

III. ADOPTER DES LIGNES ÉTHIQUES POUR CRÉER UNE TECHNOLOGIE RESPECTUEUSE DES DROITS FONDAMENTAUX ET DES VALEURS EUROPÉENNES	29
IV. AGIR AVEC L'UNION EUROPÉENNE AU NIVEAU NATIONAL ET AU NIVEAU MONDIAL	30
A. AGIR AU NIVEAU NATIONAL.....	30
B. AGIR AU NIVEAU INTERNATIONAL.....	33
EXAMEN EN COMMISSION	35
PROPOSITION DE RÉOLUTION EUROPÉENNE	43
LISTE DES PERSONNES ENTENDUES	45
ANNEXE 1 : LA STRATÉGIE NATIONALE POUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	47
ANNEXE 2 : LA STRATÉGIE NATIONALE DE RECHERCHE EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	49
ANNEXE 3 : VOCABULAIRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	51

AVANT-PROPOS

Madame, Monsieur,

L'intelligence artificielle (IA) est aujourd'hui au cœur de toutes les attentions. Il n'est pas un jour sans que ne paraisse un article ou une étude sur ses bienfaits et ses méfaits supposés. Elle est aussi au cœur de la compétition économique mondiale. Les chercheurs spécialistes en intelligence artificielle, bien que de plus en plus nombreux, sont devenus une denrée rare et prisée. Les grandes entreprises, issues de secteurs historiques ou de la nouvelle économie, investissent de plus en plus dans ce domaine. Enfin, l'intelligence artificielle est aussi au centre des interrogations politiques et géopolitiques.

Il y a une raison à cela : l'intelligence artificielle est considérée comme la principale innovation d'une nouvelle révolution industrielle, celle du travail de l'homme avec des machines dites intelligentes. Or, l'histoire nous a appris que les révolutions industrielles ont, chacune, bouleversé non seulement l'activité économique et le monde du travail mais aussi les sociétés toutes entières et leurs équilibres.

Les deux grandes puissances mondiales, les États-Unis et la Chine, se sont lancées dans une compétition pour la domination technologique mondiale et y investissent des sommes colossales. En réponse, l'Union européenne a agi tout au long de l'année 2018 afin de se maintenir dans la course. En France, le rapport de M. Cédric Villani, député, puis l'adoption du plan « AI for humanity » ont placé notre pays en pointe de l'action en Europe. L'objectif est ambitieux : faire de l'Union européenne un leader mondial de l'intelligence artificielle.

La commission des affaires européennes du Sénat a créé dès le 19 octobre 2017 un groupe de travail pour assurer le suivi de ce sujet essentiel. Ce rapport présente le fruit de ses réflexions, pose les enjeux que le développement de l'intelligence artificielle implique et analyse les propositions de la Commission européenne en ce domaine. Il préfigure également une proposition de résolution visant à favoriser davantage les investissements dans l'intelligence artificielle en Europe.

PREMIÈRE PARTIE : PRÉPARER LA QUATRIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

L'intelligence artificielle, parce qu'elle est une technologie qui trouvera à s'appliquer sous de multiples formes et dans de multiples situations, va entraîner une nouvelle révolution industrielle. En ce sens, elle appelle une réponse politique globale, qui ne se cantonne pas aux seuls champs scientifique et économique et qui prépare l'ensemble de la société.

I. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, UNE TECHNOLOGIE À L'ORIGINE D'UNE NOUVELLE RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Comme le constate Cédric Villani, en introduction de son rapport au Gouvernement¹, « *définir l'intelligence artificielle n'est pas chose facile* ». Et le même d'ajouter qu'il est « *illusoire de chercher une définition claire* ». Le fait est qu'il n'y a pas de définition universellement admise. C'est la raison pour laquelle le présent rapport se focalisera² sur ses caractéristiques, ses implications et ses conséquences concrètes.

A. UNE TECHNOLOGIE MAL DÉFINIE, SOURCE DE CRAINTES ET DE FANTASMES

L'intelligence artificielle est une technologie à la définition fuyante. Elle consiste principalement à traiter de façon automatique et intelligente des données grâce à des capacités hors norme pour l'être humain. Pour donner un peu de clarté au sujet, on peut toutefois reprendre la définition du professeur américain Stuart Berkeley qui la définit comme « l'étude des méthodes permettant aux ordinateurs de se comporter intelligemment ». Et pour lui, l'IA inclut des tâches telles que l'apprentissage, le raisonnement, la planification, la perception, la compréhension du langage et la robotique. Ce qui importe, c'est que ces technologies visent à réaliser par l'informatique des tâches cognitives réalisées traditionnellement par les êtres humains.

¹ *Rapport au Premier ministre sur la stratégie nationale pour l'intelligence artificielle rendu public le 28 mars 2018 et intitulé « Donner un sens à l'intelligence artificielle, pour une stratégie nationale et européenne ».*

² *Pour une approche plus exhaustive, on consultera le rapport de l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques du 15 mars 2017, Rapport n°464 2016-2017, de M. Claude de Ganay, député, et Mme Dominique Gillot, Sénatrice, intitulé « Pour une intelligence artificielle maîtrisée, utile et démystifiée ».*

Ce qu'on appelle intelligence artificielle est donc plus aujourd'hui un prolongement de l'intelligence humaine qu'une forme autonome d'intelligence. C'est pourquoi Charles-Édouard Bouée, PDG du cabinet Roland Berger, préfère parler d'intelligence humaine augmentée plutôt que d'intelligence artificielle.

Pourtant, dans l'imaginaire collectif, l'IA est vue comme une machine aussi intelligente que l'être humain, voire plus, qui a conscience d'elle-même et qui est capable de faire des choix en toute autonomie. Cette image est fortement véhiculée par la science-fiction, tant dans la littérature qu'au cinéma, avec des créatures cauchemardesques à forme humaine allant de Frankenstein à Terminator.

C'est particulièrement le cas en Europe, où les mentalités abordent aujourd'hui moins favorablement les machines et le progrès technique que ne le font l'Asie et, dans une moindre mesure, l'Amérique. Cette crainte vis-à-vis de l'intelligence artificielle trouve son fondement dans la culture judéo-chrétienne et dans le schéma œdipien. On peut la résumer à gros traits de la manière suivante : en inventant une machine capable d'intelligence (assimilée à de l'autonomie de pensée et d'action), l'homme se rapproche de Dieu et l'imité ; de créé, il devient créateur. Mais comme lui-même s'est émancipé de son créateur, il craint l'émancipation de sa créature et le fait qu'elle lui échappe pour, à terme, le remplacer.

Cette dimension, même si elle est très éloignée de la réalité actuelle de l'IA, est toutefois très présente dans le débat public. Elle participe aux attentes éthiques du développement de l'intelligence artificielle. Toutefois, un certain nombre de chercheurs auditionnés par vos rapporteurs, dont Jean-Gabriel Ganascia, le président du comité d'éthique du CNRS, redoutent qu'elle empêche de se poser les vraies questions éthiques que soulève l'IA. Deux exemples l'illustrent.

Le premier présente l'avènement de l'IA comme la fin du travail. Puisque les machines ont des capacités supérieures aux nôtres, elles vont pouvoir effectuer le travail de la majorité de la population, qui y perdra ses emplois et le chômage explosera. Cette idée de la substitution de l'homme par la machine dans le travail relève plus du fantasme que de la réalité observée. En revanche, on sait que **la présence d'intelligence artificielle va transformer le travail et les emplois, en détruire certains et en créer d'autres** ; l'homme devra apprendre à travailler avec ce nouveau type de machines. Comment ? Dans quelle mesure ? Dans quelles limites ? Voilà les questions qui devraient davantage mobiliser l'opinion publique.

Le second exemple concerne les armes autonomes. Il convient, bien entendu, de rester prudent sur cette question. On peut toutefois rappeler que toute nouvelle avancée technologique rencontre une application dans le secteur de la défense. Les armes d'aujourd'hui sont hypersophistiquées. Elles le sont chaque jour un peu plus et les machines occupent une part de plus en plus grande dans l'action militaire, à l'image des drones. Toutefois, comme

l'a fait remarquer M. Ganascia à vos rapporteurs, la notion d'autonomie est à l'opposé des fondements de l'organisation militaire qui repose sur l'ordre, la hiérarchie et l'obéissance. Pas plus qu'il ne peut y avoir de soldat autonome, il ne peut y avoir d'arme autonome qui déciderait seule de son action.

B. UNE OU PLUSIEURS IA ?

On distingue généralement deux types d'intelligence artificielle :

- l'IA **spécialisée** qui applique des algorithmes conçus par l'homme pour accomplir des tâches de plus en plus complexes en des temps de plus en plus courts dans des domaines précis et définis ;

- l'IA **généraliste**, capable de résoudre seule un grand nombre de problèmes et de prendre des décisions à la place des humains.

La première est déjà présente dans nos vies, tandis que la seconde n'en est encore aujourd'hui qu'au stade de fiction. C'est pourtant bien elle qui est au cœur des fantasmes et des craintes. Mais rien n'est plus éloigné de l'intelligence artificielle qu'un robot à forme humanoïde. Il faut plutôt la voir comme un ordinateur ou une machine des plus sophistiquées, souvent de petite taille, voire très petite car embarquée. Ce qui caractérise en premier lieu l'IA, et si on parle d'intelligence, c'est parce que les programmeurs ne savent pas *a priori* ce que l'intelligence artificielle va apporter comme réponse à un problème posé, ni parfois de quelle manière elle parvient à ce résultat.

L'intelligence artificielle d'aujourd'hui n'est pas vraiment nouvelle. Elle n'est guère différente des réseaux de neurones formels inventés à partir des années 1940 et 1950 (notamment par le britannique Alan Turing pour décoder les messages allemands durant la Seconde guerre mondiale). Ce sont les trois piliers sur lesquels elle repose qui ont, durant les dernières années, connu des évolutions considérables.

Le premier, ce sont les **données**. Les nouveaux modèles d'IA fonctionnent principalement sur la base du *machine learning*, c'est-à-dire qu'on soumet à la machine des données et on l'entraîne à détecter des modèles. Cette méthode trouve une déclinaison dans l'**apprentissage profond** (*deep learning*) qui consiste à soumettre une grande quantité de données aux machines et qui est au centre des développements récents de l'IA. C'est notamment elle qui est à l'origine de la victoire de la machine AlphaGo, développée par Google Deepmind, sur les meilleurs joueurs de go en 2016. Pour progresser, l'IA a besoin de grandes quantités de données. Or, grâce au numérique et à la captation des données, personnelles ou autres, les développeurs ont à disposition des bases de données toujours plus importantes, c'est le *Big data*.

Deuxième pilier, la puissance de calcul. La réflexion d'un ordinateur se fonde sur le calcul. La machine, conçue comme un réseau de

neurones humain, apprend à effectuer certaines tâches, parfois complexes, avec une précision toujours plus grande, sur la base d'un grand nombre de données. Pour traiter les données, il faut des capacités de calcul importantes. Or, celles-ci ont fortement augmenté au cours des dernières années. Aujourd'hui, les supercalculateurs peuvent réaliser des millions de milliards d'opérations par seconde. Les progrès espérés dans les dix années à venir laissent envisager des milliards de milliards d'opérations par seconde.

Ainsi, une puissance de calcul multipliée permet aux technologies d'intelligence artificielle de traiter un nombre toujours plus important de données apportées par le *Big data*. Elles le font sur la base **d'algorithmes, c'est-à-dire un ensemble de règles définies pour traiter un problème donné au moyen d'un nombre fini d'opérations**. C'est le **troisième pilier** de fonctionnement de l'IA, qui progresse lui aussi chaque jour. En effet, tout type de problème peut être posé à une intelligence artificielle, ce qui lui confère un potentiel quasi illimité.

Au total, ces différentes avancées font qu'en quelques années, l'intelligence artificielle est passée d'une technologie ancienne en gestation à la technologie de pointe au plus fort potentiel. Ses applications sont en effet multiples.

C. UNE TECHNOLOGIE TRANSVERSALE QUI AURA UN IMPACT SUR L'ENSEMBLE DE L'ACTIVITÉ HUMAINE

Roy Amara a cofondé l'institut de Palo Alto dans la Silicon Valley. Il est aussi connu pour avoir formulé ce qu'on appelle aussi la loi d'Amara : « *Nous avons tendance à surestimer l'incidence d'une nouvelle technologie à court terme et à la sous-estimer à long terme* ». Le GPS est l'exemple qui illustre cet adage: à la fin des années 1970, il était une constellation de satellites permettant à l'armée américaine de livrer des armes avec une grande précision. Aujourd'hui, le GPS permet de piloter des avions, de géolocaliser une personne, de mener des transactions financières à haute fréquence, de gérer un réseau électrique.

S'inspirant de cette maxime, beaucoup d'études font de **l'intelligence artificielle la quatrième révolution industrielle**. Tout comme la machine à vapeur à la fin du XVIII^e siècle, l'électricité à la fin du XIX^e, l'électronique à la fin du XX^e, l'intelligence artificielle va transformer le monde. Selon Andrus Ansip, « *l'IA n'est pas accessoire, elle façonnera notre avenir* ».

C'est ce qu'a confirmé Charles-Édouard Bouée devant le bureau de la commission des affaires européennes, en insistant sur l'évolution que constitue l'IA par rapport aux précédentes vagues informatiques. La première a démarré avec l'ordinateur portable et le logiciel, qui ont fait d'IBM et de Microsoft les « maîtres du monde » ; la deuxième a concerné la téléphonie mobile et la norme GSM avec des champions européens comme

Nokia et Ericsson ; la troisième vague, ce fut l'internet embarqué et les smartphones, qui a vu disparaître les acteurs européens. Pour lui, la prochaine étape, c'est l'IA embarquée, portative et personnelle.

C'est pourquoi, pour mieux comprendre la place que l'IA occupera dans nos vies, il ne faut l'envisager ni comme un robot à forme humaine, ni comme une énorme machine capable des analyses les plus poussées et de prendre des décisions à la place des humains. Elle se concrétisera plutôt par des **composants toujours plus performants d'objets courants et de machines industrielles et de services** à l'image de l'assistant vocal de nos smartphones.

À titre d'exemple, Jean-Pierre Tingaud, PDG de STMicroelectronics France, a expliqué à vos rapporteurs l'intérêt de petites intelligences artificielles embarquées. Son entreprise est le 2^e producteur mondial de microcontrôleurs, qui sont des processeurs de 32 bits dotés de mémoire. Ce composant vise à augmenter la puissance de calcul en traitant localement des données avec une petite intelligence artificielle embarquée. Ce sont des composants peu chers, qui consomment peu et suffisamment puissants sur certains secteurs comme l'audio, la vidéo, l'accès au Cloud. De par leur qualité, les microcontrôleurs sont donc très prisés par un grand nombre d'industriels.

Comme le relève la Commission européenne, l'IA est déjà présente dans de nombreux pans d'activité, *« que ce soit lorsque nous demandons la traduction automatique d'un texte en ligne ou quand nous utilisons une application sur notre portable pour trouver le meilleur itinéraire nous permettant de rejoindre notre prochaine destination. À la maison, un thermostat intelligent peut réduire les factures énergétiques jusqu'à 25 % en analysant les habitudes des occupants de la maison et en réglant la température en conséquence. Dans le domaine médical, des algorithmes peuvent aider les dermatologues à établir de meilleurs diagnostics : ils permettent, par exemple, de détecter 95 % des cancers de la peau grâce à l'observation de volumes importants d'images médicales. En interprétant des quantités considérables de données pour proposer des solutions efficaces, l'IA améliore les produits, les procédés et les modèles économiques dans tous les secteurs d'activité. Elle peut aider les entreprises à savoir quelles machines devront faire l'objet d'un entretien avant de tomber en panne. L'IA transforme aussi les services publics. »*

L'intelligence artificielle sera donc bien le **moteur d'une nouvelle révolution industrielle**. Or, l'Histoire nous a appris que chacune des trois précédentes a transformé la société. La première a favorisé l'essor des usines et des villes par rapport à l'agriculture et aux campagnes. La seconde, en développant l'industrie, a entraîné de nouvelles organisations du travail avec le taylorisme. La troisième a permis l'automatisation de la production et la réduction du nombre d'ouvriers dans les usines. Elles ont aussi révolutionné les moyens de transport avec l'invention du train, de la voiture,

de l'avion et de la fusée. Demain, l'intelligence artificielle devrait permettre de profiter de **véhicules autonomes**.

Dans le monde du travail, l'intelligence artificielle aura des incidences considérables. France Stratégie¹ a mené une étude approfondie sur trois secteurs : les transports, la banque et la santé. Si on a pu croire il y a quelques années que l'intelligence artificielle allait seulement concerner les métiers manuels, il n'en est plus rien aujourd'hui. Tous les métiers et les organisations vont se transformer.

Ces révolutions industrielles ont entraîné des crises sociales. Puisque nous le savons, nous pouvons nous préparer au mieux au changement induit par l'IA et limiter ces crises. C'est aussi **le sens de la stratégie européenne pour l'IA**. L'Union propose de **mettre l'intelligence artificielle au service de l'homme et de l'amélioration des conditions de vie**. Elle insiste aussi sur la **nécessité de préparer l'ensemble de la société à ces changements**. Son appel doit être entendu.

II. UNE RÉPONSE POLITIQUE GLOBALE NÉCESSAIRE : L'APPROCHE EUROPÉENNE

Vladimir Poutine déclarait en septembre 2017 : « *l'intelligence artificielle est l'avenir non seulement de la Russie, mais de toute l'humanité [...] Celui qui deviendra le leader dans ce domaine sera le maître du monde* ». Si cette déclaration peut surprendre de la part du président d'un pays qui n'a pas affiché d'ambition particulière en la matière, elle marque l'importance du sujet pour la géopolitique mondiale. Et, de fait, **l'IA est au cœur de la compétition entre la Chine et les États-Unis**. Dans cette course et face à la révolution de l'intelligence artificielle, l'Union européenne a adopté une stratégie et un plan d'action.

A. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU CŒUR DE LA COMPÉTITION MONDIALE

Étant considérée comme le prochain saut technologique dans le monde, l'intelligence artificielle est naturellement devenue un **enjeu géopolitique**. **Les États-Unis et la Chine dominent la compétition mondiale derrière laquelle se cachent deux modèles différents d'intelligence artificielle**.

Outre ces deux grandes puissances, les 18 derniers mois ont vu de **nombreux pays adopter une stratégie pour promouvoir l'utilisation et le développement de l'IA** : le Canada, le Japon, l'Inde, le Mexique, la Corée du Sud, Singapour, Taïwan et les Émirats arabes unis ; en Europe, outre la

¹ « Intelligence artificielle et travail », rapport à la ministre du Travail et au secrétaire d'État auprès du Premier ministre, chargé du Numérique, mars 2018.

France et très récemment l'Allemagne, il y a aussi le Royaume-Uni, l'Italie, la Suède, le Danemark, la Finlande et les pays baltes.

1. Les États-Unis

Les États-Unis sont actuellement et incontestablement le leader mondial de l'intelligence artificielle. Grâce à la puissance économique des GAFAM, ils disposent d'une avance technologique indéniable.

Ces grands groupes, qui ont bâti leur puissance et leur richesse sur l'essor d'internet, bien plus influents que nombre d'États, veulent être les premiers fournisseurs d'intelligence artificielle. Pour cela, ils ont engagé une **politique d'accumulation massive de données, de matériels de pointe et de capacités de recherche**, notamment en attirant les meilleurs spécialistes au monde. Selon la Commission européenne, 240 000 européens travaillaient dans la Silicon Valley en 2017. Les budgets que les GAFAM consacrent à la recherche et à l'innovation sont colossaux (16 milliards de dollars pour Amazon en 2017). À côté de ces grands groupes, la Silicon Valley comprend entre 12 000 et 15 000 start-ups spécialisées dans l'IA. Le pays était en 2016 le premier bénéficiaire d'investissements en IA à hauteur de 71 %.

Ces grands groupes sont également très **présents en dehors de leurs frontières** en exerçant une double action. En premier lieu, ils rachètent de façon quasi systématique toute entreprise innovante en matière d'IA pour renforcer leurs propres capacités et étouffer la concurrence. En outre, ils exercent aussi leur influence (*soft power*) au profit de leurs intérêts dans les enceintes internationales de normalisation et de régulation à l'image de ce qu'ils ont pratiqué dans les instances techniques de régulation de l'Internet. Ils pérennisent leur avance en imposant une **standardisation fondée sur les technologies et logiciels qu'ils fournissent**. Ils tentent également **d'orienter les réflexions mondiales sur l'éthique de l'IA**.

Par ailleurs, il ne faut pas oublier le rôle des pouvoirs publics américains, notamment à travers trois agences : le National Science and Technology Council, chargé de la mise en place d'une feuille de route ; la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), dont le rôle est reconnu dans le financement de l'innovation de rupture ; et aussi l'Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E) qui dépend du département américain de l'énergie. Ces deux dernières apportent des financements conséquents et décisifs dans l'émergence de technologies nouvelles. Le pays dispose aussi de centres de recherche de premier ordre et fortement innovants, à l'image du MIT.

En mai 2018, l'administration Trump a énoncé quatre objectifs en matière d'intelligence artificielle : **maintenir le leadership américain ; soutenir le travailleur américain ; promouvoir la recherche publique ; éliminer les obstacles à l'innovation.**

Les États-Unis disposent donc d'une puissance de fait dont les piliers sont les GAFAM. Pourtant, étant actuellement au sommet de l'économie mondiale, ces grands groupes ont beaucoup à perdre dans l'éclosion d'une nouvelle technologie. Ils disposent toutefois d'un « trésor de guerre » avec les données qu'ils captent chaque jour. C'est la raison pour laquelle ils utilisent leur puissance financière pour investir des sommes colossales dans la recherche en IA afin de se placer en tête des innovations à base d'intelligence artificielle et, ce faisant, permettre aux États-Unis de demeurer la première puissance mondiale.

2. L'ambition de la Chine

La Chine a publié en juillet 2017 une stratégie nationale pour l'IA des plus ambitieuses. Elle voit, en effet, dans l'IA la révolution technologique qui lui permettra, au service des citoyens, de relancer sa croissance économique et de répondre aux grands défis qui se posent à elle (restructuration de son industrie, lutte contre le dérèglement climatique et la pollution, santé, émergence d'une classe moyenne massive). **C'est pourquoi, les autorités chinoises ont annoncé qu'elles investiraient 22 milliards d'euros dans l'IA d'ici à 2020 et jusqu'à 59 milliards d'ici à 2025** dans l'objectif de rattraper les États-Unis. Au-delà, la Chine ambitionne d'être le leader mondial de l'IA en 2030, où le marché a été estimé à 15 700 milliards de dollars.

Pour mettre en œuvre cette stratégie planifiée par le pouvoir politique, la Chine peut s'appuyer sur des **grands groupes privés du numérique chinois**, les BHATX qui n'ont plus grand chose à envier aux groupes américains. Ils s'appuient sur le marché intérieur de l'internet chinois, fort de 750 millions d'utilisateurs et sur la mise à disposition par les autorités des données de ces utilisateurs. Ils sont aujourd'hui en mesure d'investir eux aussi fortement dans la recherche sur l'IA, à l'image de Tencent qui a ouvert un laboratoire consacré au *machine learning* en 2016 ou d'Alibaba qui a investi 15 milliards de dollars dans un plan de recherche sur trois ans en grande partie consacré à l'IA. En outre, ces acteurs ont déjà conquis certains marchés asiatiques et africains.

Pour assouvir son ambition, la Chine devra toutefois **surmonter deux handicaps**. Le premier est sa **dépendance technologique à l'égard des États-Unis** pour les processeurs (et dans une moindre mesure les puces) ultra performants dont l'IA a besoin. C'est une vraie difficulté et elle cherche à s'approprier ces technologies en acquérant des entreprises américaines ou européennes. La seconde difficulté concerne les **ressources humaines** : la Chine doit, d'une part, attirer les talents et, d'autre part, former en masse des ingénieurs. Sur ce dernier point, il semble que le rattrapage soit en cours comme l'a affirmé Françoise Soulié-Fogelman à vos rapporteurs. Les Chinois ont ouvert une grande université à Tianjin et sont en mesure aujourd'hui de

fournir à leurs ressortissants expatriés des salaires équivalents à ceux qu'ils perçoivent dans la Silicon Valley.

Beaucoup d'observateurs s'accordent à dire que la Chine a opéré une **transition d'une stratégie d'imitation à une stratégie d'innovation**. En d'autres termes, là où la Chine copiait les technologies occidentales, elle invente désormais. Elle a su également développer des **calculateurs à haute performance** du premier niveau mondial. Le lien entre secteur public et secteur privé, la très faible régulation des données personnelles, le soutien de la population au progrès technologique sont autant d'atouts qui font de la Chine le premier rival des États-Unis.

3. Les autres acteurs dans le monde

Si les deux hyperpuissances devraient dominer le monde de l'intelligence artificielle, d'autres acteurs méritent aussi qu'on leur prête attention.

Éloignée de la déclaration de son président sur le sujet, **la Russie n'a pas affiché d'ambition particulière en matière d'intelligence artificielle**, ni déployé de stratégie nationale propre. Certes, l'IA fait partie de sa politique technologique au même titre que le *Big data* et les neurotechnologies, mais elle semble surtout **s'intéresser aux usages non commerciaux** : les usages en matière civile comme la santé et l'éducation ; les questions de sécurité avec l'armement et la reconnaissance faciale.

La Russie dispose d'une formation académique en mathématiques d'excellence, mais elle fait face à de nombreuses difficultés qui la handicapent. Son **isolement sur la scène internationale** lui a permis de développer ses propres plateformes numériques, mais il lui est très difficile d'accéder aux capitaux. **La plupart de ses meilleurs chercheurs sont soit aux États-Unis, soit en Grande-Bretagne, soit en Israël**. En outre, elle accuse désormais un certain **retard dans le dépôt de brevets et dans la publication scientifique** concernant l'intelligence artificielle. Dans l'immédiat, elle ne constitue pas un acteur important sur l'échiquier mondial de l'IA.

Israël, en revanche, doit être regardé comme un acteur majeur de la course à l'intelligence artificielle. Il en constitue un **pôle d'excellence mondiale**. La « *start-up nation* » s'appuie sur un secteur privé très dynamique qui a vu le nombre d'entreprises spécialisées dans l'IA multiplié par trois depuis 2014 pour dépasser les 400. Le pays bénéficie d'une **excellente formation universitaire, d'un investissement en recherche et développement de 4 % du PIB**, et d'une bonne **synergie entre le public et le privé**. Il a, en outre, doublement renforcé son attractivité en endiguant la fuite de ses cerveaux et en proposant des conditions favorables d'accueil aux chercheurs étrangers.

Toujours au Moyen-Orient, les **Émirats arabes unis** semblent se détacher en ce qui concerne l'IA. Le pays a créé un ministère de l'intelligence artificielle en octobre 2017. Deux missions lui ont été confiées : **optimiser les services gouvernementaux** grâce à l'intelligence artificielle ; préparer une **stratégie nationale autour de 9 secteurs prioritaires** (transports, santé, énergies renouvelables, domaine spatial, gestion des eaux, éducation, industries technologiques, environnement et circulation automobile).

Enfin, le **Canada** est lui aussi en pointe de l'intelligence artificielle comme le rappelait le président du CNRS, Antoine Petit, à vos rapporteurs. Il bénéficie de quelques licornes à la pointe, de chercheurs emblématiques et d'un environnement attractif. Il se montre également très actif au niveau mondial en ce qui concerne l'éthique.

B. L'APPROCHE EUROPÉENNE : UNE RÉPONSE GLOBALE

Pour mieux se préparer à cette nouvelle révolution technologique et se placer à son tour dans la course à l'IA, l'Europe se devait de réagir. Si, comme il a été montré, plusieurs États membres ont adopté une stratégie, une **action européenne s'avère nécessaire**.

Il n'existe pas de compétence particulière de l'Union en la matière, mais vos rapporteurs en sont convaincus, seule une **action commune de l'ensemble des Européens peut nous permettre de ne pas être dépendants de futures technologies étrangères et des modèles de société qui les accompagneront**. Il s'agit de résister à des superpuissances et de développer notre propre conception de machines intelligentes. Les États européens n'y parviendront pas seuls.

Le Sénat déplore depuis longtemps que l'Union européenne soit une colonie du monde numérique. Elle ne doit pas être une colonie de l'intelligence artificielle. Elle dispose d'atouts non négligeables pour cela. Toutefois, elle doit **agir vite, fort et de manière globale**. C'est aussi l'orientation prise par la Commission européenne.

Le Conseil européen d'octobre 2017 avait invité la Commission à proposer une approche européenne de l'intelligence artificielle. Il convient aussi de mentionner la déclaration de coopération sur l'IA du 10 avril 2018, signée par 25 pays européens, témoignant d'une volonté forte d'unir les forces et de s'assembler dans une approche européenne de l'intelligence artificielle.

En réponse, **la Commission européenne a publié le 25 avril 2018 une communication intitulée « l'intelligence artificielle pour l'Europe »¹**. Elle y dresse le constat que l'intelligence artificielle est déjà une réalité et

¹ Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions « L'intelligence artificielle pour l'Europe », COM(2018) 237 final.

qu'elle est à même d'apporter des solutions et des changements sociaux visant à améliorer la qualité de vie et le développement économique. Elle est donc une discipline d'importance stratégique pour l'Europe. La Commission estime que l'IA dépasse les différents secteurs et qu'elle va transformer notre société et notre industrie. C'est pourquoi un cadre européen solide sur les aspects socio-économiques, juridiques et éthiques est nécessaire. La Commission prône une **approche coordonnée de l'Union Européenne avec les États membres pour tirer profit au maximum des opportunités de l'IA.**

Pour la Commission européenne, l'Union dispose de réels atouts tels que des **laboratoires de recherche performants, des universités reconnues, des start-up innovantes et une avancée technologique en matière de robotique.** L'Union pourrait devenir un leader en intelligence artificielle, selon sa propre vision fondée sur des valeurs. L'objectif de la stratégie européenne en intelligence artificielle est de promouvoir la compétitivité, de généraliser la transition numérique et d'établir un cadre européen pour son développement et son utilisation. Ce cadre sera fondé sur des valeurs européennes afin que l'IA bénéficie aux citoyens et à la société dans sa globalité.

La stratégie proposée par la Commission européenne s'appuie sur trois piliers :

- Renforcer la capacité industrielle et technologique de l'Union et susciter l'adhésion des partenaires publics et privés

L'objectif est de s'assurer que l'économie bénéficie des développements technologiques de l'IA. La Commission souhaite **porter à 20 milliards d'euros par an le montant des investissements publics et privés dans l'Union Européenne d'ici à 2020**, chiffre à comparer aux 5 milliards en 2017. L'Union financera des **projets sur l'utilisation de l'IA dans de nombreuses applications, notamment dans les domaines de la santé, des transports, du numérique ou de l'industrie.** En matière de **recherche fondamentale**, elle compte apporter son soutien aux États via le projet pilote **du Conseil européen de l'innovation** promouvant la mise en place de centres d'excellence en IA, qui travailleront en réseau. Afin de favoriser l'adoption de l'IA dans toute l'Europe, serait mise en place une « **plateforme d'IA à la demande** » visant à la rendre accessible à tous et à en faciliter l'accès aux utilisateurs potentiels. La Commission prévoit un **investissement total de 1,5 milliard d'euros du budget européen de recherche Horizon 2020.** Les acteurs privés sont également sollicités, ainsi que le **Fonds Européen pour les Investissements Stratégiques (FEIS)** qui pourrait apporter 500 millions d'euros sur la période 2018-2020.

Cette mobilisation des investissements vise à **contrer les risques de perte des opportunités offertes par l'IA, de fuite des cerveaux et d'une situation de consommation et de dépendance à l'égard de solutions développées ailleurs.**

- Se préparer aux changements économiques et sociaux

Les technologies de l'intelligence artificielle vont apporter des changements profonds dans la société, notamment des **transformations sur la nature du travail**. L'automatisation, la robotique et l'IA peuvent faciliter la vie quotidienne en aidant aux tâches pénibles, en rendant possible le traitement d'une grande quantité de données ou en aidant à surmonter des handicaps, notamment physiques. De nouveaux emplois seront ainsi créés, bien qu'ils soient encore impossibles à prévoir, et d'autres seront remplacés.

La Commission a soulevé **trois grands défis dans l'adaptation aux bouleversements** introduits par l'intelligence artificielle. Tout d'abord, elle préconise de **préparer la société** dans son ensemble, en promouvant le **développement des compétences numériques basiques** et en favorisant l'exercice d'activités difficilement remplaçables, c'est-à-dire celles faisant appel à des capacités proprement humaines telles que la réflexion ou la créativité. Ensuite, elle propose **d'apporter une aide aux travailleurs dont les emplois sont les plus susceptibles d'être remplacés ou de disparaître**, notamment par un accès à une protection sociale. Enfin, le troisième défi consiste à **former un grand nombre de spécialistes** en IA et à créer un environnement de travail attractif pour éviter la fuite des cerveaux.

La Commission apportera son **soutien aux programmes nationaux de formation** pour acquérir des compétences numériques par le biais des **Fonds structurels et d'investissement européens** à hauteur de 2,3 milliards d'euros au titre du développement des compétences numériques par l'intermédiaire du **Fonds social européen**. Les programmes « *New Skills Agenda for Europe* » et « *Digital Education Action Plan* » ont pour but de permettre aux travailleurs et aux étudiants d'acquérir les compétences numériques dont ils ont besoin. Le nombre de personnes formées en IA doit également être augmenté afin de **combler le manque de spécialistes**, dans une logique inclusive et non-discriminatoire. De manière à réduire les départs de jeunes chercheurs qualifiés hors de l'Europe, il est primordial de **proposer un environnement attractif au développement de l'IA**. En ce sens, l'Institut européen d'innovation et de technologies propose des programmes de niveau master et doctorat pour répondre aux besoins de la transition numérique. Les **partenariats entre les entreprises et le monde éducatif** sont également encouragés par la coalition en faveur des compétences et des emplois numériques. La Commission rappelle que le principal levier d'action appartient aux secteurs de l'éducation et de la formation, qui relèvent de la responsabilité des États. L'objectif est de s'assurer que l'intelligence artificielle bénéficie au plus grand nombre, les réflexions sur les transformations sociales profondes à prévoir sont encouragées.

- Garantir un cadre éthique et juridique approprié

Concernant le cadre juridique, la Commission européenne veut créer un **environnement de confiance et de responsabilité autour du**

développement et de l'utilisation de l'intelligence artificielle, selon une approche durable et inclusive. De fortes exigences sur les normes de sécurité et sur la fiabilité des produits sont prévues.

En matière d'éthique, la Commission préconise une transparence des algorithmes, selon le principe de l'explication utile afin que leur compréhension soit accessible à tous et que les consommateurs soient informés d'une communication avec un humain ou avec une machine. En ce qui concerne les décisions autonomes, une réflexion sera menée sur l'aptitude des machines à prendre des décisions et sur la question de la responsabilité. Le Règlement général sur la protection des données (RGPD) sera appliqué à l'IA, notamment au regard du droit de ne pas faire uniquement l'objet d'une décision fondée sur un traitement automatisé sans aucune intervention humaine.

L'approche prônée par la Commission européenne a été validée par le Conseil en juin 2018. Pour vos rapporteurs, elle a le mérite d'un **constat juste et équilibré sur les bienfaits et les méfaits supposés d'une nouvelle technologie et de prôner une approche volontariste**. L'Union doit redevenir un acteur majeur dans l'évolution technologique du monde. Elle en a les capacités. Elle doit s'en donner les moyens.

DEUXIÈME PARTIE : DÉVELOPPER UNE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN TOUS POINTS EUROPÉENNE

Après la publication de sa stratégie, la Commission européenne a entamé sa mise en œuvre à la fin de l'année 2018. Elle a mis en place à l'automne un groupe d'experts à haut niveau réunissant 52 personnalités issues du monde académique, de la société civile et de l'industrie dans le but de réfléchir aux deux pans de son action : un **plan d'action coordonné pour renforcer les capacités industrielles européennes et l'élaboration de lignes éthiques pour le développement de l'IA en Europe**. Ce groupe a bénéficié de la présence de plusieurs experts français du numérique, de l'informatique et de la robotique, dont plusieurs ont été auditionnés par vos rapporteurs. Il doit rendre ses conclusions en mars 2019.

Parallèlement, la Commission européenne a **fait de l'intelligence artificielle le principal bénéficiaire de la phase pilote du future Conseil européen de l'innovation**. Elle a décidé d'affecter, au total, 1,5 milliard d'euros à l'IA au titre du programme-cadre de recherche et d'innovation actuel, Horizon Europe d'ici à 2020. Le 7 décembre 2019, la Commission européenne a présenté un plan coordonné dans le domaine de l'intelligence artificielle¹. Elle a en outre soumis les premières propositions du groupe de travail sur l'éthique à une consultation publique ouverte jusqu'au 18 janvier 2019.

Ces mesures ont donc été présentées avant même les conclusions définitives du groupe d'experts à haut niveau. **Cette accélération s'explique par la nécessité de débloquer des fonds dès 2019**. La Commission européenne espère, en effet, entraîner rapidement les **acteurs publics à investir dans l'IA pour un montant total de 20 milliards d'euros d'ici à 2020**. Étant donné l'ampleur et la mobilisation des financements en Chine et aux États-Unis, il est urgent d'agir. On peut donc saluer la mobilisation de la Commission européenne, qui ouvre la voie.

Le plan coordonné et les lignes éthiques viennent compléter un certain nombre d'actions engagées dans le cadre de la stratégie pour un marché unique numérique que la Commission met en œuvre depuis 2015. Cet ensemble cohérent devrait permettre à l'Union d'être en capacité de développer l'intelligence artificielle en Europe.

¹ Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions « Un plan coordonné dans le domaine de l'intelligence artificielle », COM(2018) 795 final.

I. LES DONNÉES : MATIÈRE PREMIÈRE DE L'IA AU CŒUR DE LA STRATÉGIE POUR LE MARCHÉ UNIQUE NUMÉRIQUE

Comme le dit le vice-président de la commission européenne pour le marché unique numérique Andrus Ansip, les données sont « *la matière première de l'IA* ». Et sur ce point, force est de reconnaître que **l'Union européenne souffre d'un désavantage concurrentiel par rapport aux États-Unis et à la Chine**. Les premiers, à travers les GAFAM, ont constitué un véritable **trésor de guerre** en recueillant les données des milliards d'utilisateurs des moteurs de recherche, des réseaux sociaux ou de sites de commerce en ligne à travers le monde et particulièrement en Europe. La seconde a **internalisé ce modèle en s'appuyant sur l'importance de sa population**.

Pourtant, **l'Europe dispose encore de millions, voire de milliards de données existantes ou à venir**. Forte d'un marché de 500 millions de consommateurs, de millions d'entreprises, de fichiers en tous genres (santé, administration, transports, objets connectés, etc...), l'Europe peut rivaliser avec ses concurrents mondiaux. Elle doit pour cela **mettre ces données à disposition de la recherche et de l'innovation en intelligence artificielle**. Or, c'est en partie le but des dernières législations adoptées par l'Union en la matière : **le règlement sur la libre circulation des données à caractère non personnel et la directive sur la réutilisation des informations du secteur public**. Ces deux textes vont **favoriser le partage de données et leur exploitation**. Ils viennent compléter le règlement général sur la protection des données à caractère personnel, le RGPD, qui garantit que les données sont transmises avec l'accord des personnes. On peut aussi y ajouter les **règles et les normes en matière d'interopérabilité** qui favorisent la circulation des données. Enfin, il faut insister sur les **règles relatives à la cybersécurité** qui imposeront une certification pour les objets connectés et les services qui seront mis sur le marché européen.

Cette législation constitue un **cadre juridique à la fois protecteur du droit des personnes et favorable à l'économie de la donnée, à la source du développement de l'IA**. Elle permet à la Commission européenne de proposer, dans le cadre de son plan coordonné, des espaces européens communs de données, conjointement avec les États membres. Ces espaces communs concerneront des secteurs aussi variés que l'industrie manufacturière, l'énergie et la santé. La Commission montre une certaine ambition sur ce dernier secteur, puisqu'elle veut soutenir la mise au point d'une **base de données commune d'images médicales anonymisées, fondées sur le don des patients, afin d'améliorer le diagnostic et le traitement des cancers grâce à l'IA**. D'une manière plus générale, la mise à disposition de ces données dans l'ensemble de l'Union entrainera l'IA sur une échelle qui permettra de développer de nouveaux produits et services.

En outre, la Commission déterminera avec les États membres des ensembles de données à forte valeur pour les rendre réutilisables. L'accord obtenu en trilogue le 22 janvier sur la proposition de directive sur la réutilisation des informations du secteur public définit six types de données à haute valeur : les données géospatiales, d'observation de la Terre et d'environnement, météorologiques, statistiques, les données concernant les sociétés et la propriété des sociétés, les données relatives à la mobilité. Il convient ici de pointer l'apport des **données issues des programmes spatiaux européens pour l'observation de la terre** (Copernicus pour aider l'agriculture, la lutte contre le réchauffement climatique et les catastrophes naturelles) **et la géolocalisation** (Galileo pour faciliter le déploiement des véhicules autonomes).

Au final, sur cette question des données, qui apparaissait comme le point faible de l'Union par rapport aux autres grands ensembles, la Commission met tout en œuvre pour favoriser la circulation et l'exploitation des données en Europe. Toutefois, **la question reste posée de la protection des données des Européens pour éviter leur captation par d'autres** : il y a certes le piratage, mais il y a aussi la récupération que font aujourd'hui les GAFAM. Le rapport de Cédric Villani pose clairement la **question du maintien et des données européennes dans l'Union et de la limitation de leur accès pour des entreprises qui ne seraient pas clairement en Europe**. L'Union européenne devra peut-être se montrer plus ferme à l'avenir sur ce point.

II. INVESTIR ET DÉVELOPPER DES CAPACITÉS INDUSTRIELLES POUR FABRIQUER L'IA EN EUROPE

Les concurrents de l'Union européenne disposent d'importantes ressources financières accumulées par l'expansion de l'économie numérique. L'Europe, principale colonie du monde numérique, n'a pas ces moyens. Pourtant, il lui faut investir massivement dans la recherche et l'innovation pour fabriquer une intelligence artificielle sur son territoire. L'innovation de rupture, qui a été décisive pour le numérique, coûte cher et l'Union doit faire face à la fuite de ses talents les plus prometteurs en IA. Ces derniers bénéficient de conditions d'accueil des plus favorables pour effectuer leurs recherches en Amérique du nord, en Israël, voire en Chine et il faudra mettre des moyens pour les faire revenir.

L'Union européenne a déjà fait un pas important en faveur de l'IA en créant une **entreprise commune EuroHPC** afin de se doter de **calculateurs à haute performance de premier niveau**. Elle accuse un certain retard en ce domaine qu'elle est en train de combler. Et si ces machines ne sont pas exclusivement réservées à l'IA, on sait qu'elles constituent un élément important de son développement pour traiter des masses de

données toujours plus importantes. Toutefois, d'autres investissements seront nécessaires.

A. L'AUGMENTATION DES INVESTISSEMENTS DANS L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Face aux montants investis par les Américains et les Chinois, la Commission européenne propose d'augmenter les investissements européens dans l'IA. Ses premières mesures – 1,5 milliard d'euros pour la recherche – visent à entraîner les investissements publics et privés pour atteindre 20 milliards d'euros d'ici à 2020. Elle s'appuie sur les stratégies proposées par les États membres et sur le Fonds européen pour les investissements stratégiques et le fonds européen d'investissement, qui ont montré des résultats probants dans le cadre du plan Juncker. **Pour le prochain cadre financier pluriannuel, elle propose d'investir 1 milliard d'euros par an dans la recherche sur l'IA dans le cadre du programme de recherche et d'innovation Horizon Europe. Son objectif est de dégager 20 milliards d'euros d'investissements chaque année sur la période 2020-2030.**

Une étude réalisée par McKinsey démontre que l'Europe est en retard dans l'investissement privé en IA. Alors que ses entreprises investissaient entre 2,4 et 3,2 milliards d'euros en 2016, l'Asie apportait 6,5 à 9,7 milliards d'euros et l'Amérique du Nord entre 12,1 et 18,6 milliards d'euros. Ce manque de capitaux a notamment entraîné la perte de deux entreprises de pointe en 2016 : Deepmind, entreprise britannique pionnière dans l'IA rachetée par Google pour 500 millions de dollars ; Kuka, entreprise robotique allemande, rachetée par le chinois Midea pour 4,5 milliards de dollars. C'est d'ailleurs ce dernier rachat qui a incité les autorités allemandes à se préoccuper du contrôle des investissements étrangers stratégiques en Europe.

En complément la Commission européenne propose de **lancer un nouveau fonds pour soutenir les start-ups et les PME dans le domaine de l'intelligence artificielle et des chaînes de blocs**. L'objectif est **d'aider ces jeunes pousses non seulement dans la phase de démarrage mais aussi dans la phase d'expansion pour assurer leur croissance et éviter qu'elles soient rachetées**. Là encore, le financement initial proviendrait d'Horizon 2020 et s'appuierait sur l'effet de levier du Fonds européen pour les investissements stratégiques et du Fonds européen d'investissement.

Ce nouvel instrument pourrait se concentrer sur le financement d'un portefeuille d'entreprises innovantes dans les secteurs de l'IA et des chaînes de blocs ; la création d'une communauté dynamique d'investisseurs à l'échelle de l'Union, principalement dans le domaine de l'IA ; la multiplication des investissements au niveau national en faisant participer les banques de développement nationales comme Bpifrance; les mesures

encourageant les investissements du secteur privé ; et les moyens de rendre l'Europe plus attractive pour l'implantation et le développement des jeunes pousses.

C'est ambitieux. La Commission donne l'impulsion et compte sur les effets d'entraînement et de levier tels qu'ils ont été mis en œuvre dans le cadre du plan Juncker.

B. VERS UNE COOPÉRATION RENFORCÉE ENTRE LE PUBLIC ET LE PRIVÉ ET LA MISE EN RÉSEAU DE CENTRES D'EXCELLENCE EN FAVEUR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Les exemples étrangers aux États-Unis et en Israël le montrent, un environnement favorable à l'innovation passe par une bonne coopération entre les entreprises et les laboratoires de recherche. Pour concentrer les efforts, définir un agenda stratégique et rassembler ces communautés, la Commission européenne propose la création d'un nouveau partenariat public privé pour la recherche et l'innovation dans l'intelligence artificielle.

Inspirée par les exemples des partenariats existant pour la robotique, d'une part et les mégadonnées, d'autre part, la Commission espère que le secteur privé apportera des investissements conséquents dans l'IA. Elle s'appuie sur le fait que **ces deux partenariats bénéficient d'un total de 4,4 milliards d'euros d'investissement dont 3,2 proviennent de l'industrie.**

La Commission européenne propose, en outre, la mise en place à travers l'Union d'**un réseau de centres d'excellence de classe mondiale en matière d'intelligence artificielle.** Il s'agit de renforcer la coopération entre les meilleures équipes de recherche et des installations d'essai, en particulier en ce qui concerne la mobilité connectée, c'est-à-dire les véhicules autonomes et les villes intelligentes, ou encore l'agriculture intelligente. Ces centres qui doivent mener des expériences et des vérifications d'innovations en conditions réelles pourront bénéficier des fonds dédiés à l'intelligence artificielle dans le futur programme pour une Europe numérique à hauteur de 1,5 milliard d'euros.

Les projets de la Commission pour renforcer la recherche et l'innovation dans l'IA affichent une certaine cohérence. Cependant, plusieurs personnes auditionnées par vos rapporteurs s'inquiètent d'une trop grande dispersion des crédits pour satisfaire l'ensemble des acteurs et des pays européens. En outre, cette approche fortement centrée sur la recherche et l'innovation ne risque-t-elle pas de servir principalement les grands groupes en mesure de racheter quasiment n'importe quelle entreprise et technologie prometteuses ? En effet, si l'effort financier est certain, il reste bien en deçà de celui fait par les acteurs non européens, dont on sait qu'ils pratiquent une stratégie d'accaparement de la technologie.

C'est pourquoi, pour vos rapporteurs, il faut aller plus loin et renforcer davantage le projet européen pour l'intelligence artificielle.

C. POUR L'ADOPTION D'UN PROJET IMPORTANT D'INTÉRÊT EUROPÉEN COMMUN EN FAVEUR DE L'IA

Le Sénat dénonce depuis longtemps les limites de la politique de la concurrence qui interdit la constitution de champions européens capables de rivaliser dans la compétition économique mondiale, au motif qu'ils disposeraient d'un monopole sur le marché européen et fausseraient le jeu de la concurrence au sein de l'Union. Cette vision centrée sur le marché unique est dépassée à l'heure des économies ouvertes et du numérique qui abolit les frontières. De surcroît, elle interdit aux États membres d'aider certaines entreprises ou certains secteurs, bref de mener une politique industrielle, alors même que la réussite de celle-ci serait bénéfique pour l'ensemble de l'économie européenne.

Le Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (TFUE) prévoit toutefois au point 3 de son article 107, que des **projets importants d'intérêt européen commun (PIIEC)** peuvent faire l'objet d'aides financières de plusieurs États membres sous certaines conditions comme le montre l'encadré figurant à la page suivante. Cet article a fait l'objet d'une communication de la Commission européenne en 2014 qui fixe les conditions d'autorisation d'aides d'État¹. Et le premier projet important d'intérêt européen commun européen a été autorisé le 18 décembre dernier en faveur de la **microélectronique**, dont le volet français s'intitule **Nano 2022**, et qui bénéficie d'un soutien public total de 1,75 milliard d'euros. Cela est en partie dû au fait que la microélectronique a été identifiée par la Commission comme l'une des six technologies clés génériques, essentielles pour le développement industriel futur.

Pour vos rapporteurs, l'innovation dans certains secteurs clés de l'intelligence artificielle répond pleinement à l'exigence d'un PIIEC et sera bénéfique à l'ensemble de la société et de l'économie européenne. Un tel projet permettra à la fois d'augmenter les investissements et de les centrer sur certains domaines estimés comme particulièrement importants pour les Européens et éviter ainsi le saupoudrage des financements. On pense notamment à l'IA dans la santé, la démocratie et les services publics, la mobilité connectée et la cybersécurité. C'est la raison pour laquelle, ils appellent à la **création rapide d'un « important projet d'intérêt européen commun » en faveur de l'intelligence artificielle.**

¹ Communication de la Commission européenne sur les "critères relatifs à l'analyse de la compatibilité avec le marché intérieur des aides d'État destinées à promouvoir la réalisation de projets importants d'intérêt européen commun", 2014/ C 188/02.

Les projets importants d'intérêt européen commun (PIIEC)

L'Union européenne dispose d'une compétence exclusive en matière de concurrence qui lui est conférée par l'article 3 du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (TFUE). La Commission est la garante d'un marché intérieur qui doit se soumettre à une concurrence libre et non faussée. Ce principe interdit notamment aux États d'apporter un concours financier à certaines entreprises ou à certains secteurs d'activité, comme l'énonce l'article 107, paragraphe 1 : « sauf dérogations prévues par les traités, sont incompatibles avec le marché intérieur (...) les aides accordées par les États ou au moyen de ressources d'État sous quelque forme que ce soit qui faussent ou qui menacent de fausser la concurrence en favorisant certaines entreprises ou certaines productions ».

Néanmoins, il existe plusieurs exceptions à cette règle dont les projets importants d'intérêt européen commun (PIIEC) font partie. Ces PIIEC trouvent leur fondement juridique dans l'article 107, paragraphe 3, point b, du TFUE, qui dispose que « peuvent être considérées comme compatibles avec le marché intérieur (...) les aides destinées à promouvoir la réalisation d'un projet important d'intérêt européen commun ». Les PIIEC visent à fournir une contribution considérable à la croissance économique, à l'emploi et à la compétitivité de l'industrie de l'Union et ont pour but de pallier à de graves défaillances systémiques du marché et de relever des défis sociétaux qu'il ne serait pas possible de surmonter sans ces projets.

Étant donné l'importance des conséquences que ces projets pourraient avoir sur le marché intérieur, la Commission européenne a énoncé dans une communication du 20 juin 2014 les critères relatifs à l'analyse de la compatibilité avec le marché intérieur des aides d'État destinées à promouvoir la réalisation des PIIEC. Ces derniers sont regroupés en deux catégories: les critères d'admissibilité et les critères de compatibilité.

Les critères d'admissibilité sont au nombre de trois. Tout d'abord, l'aide envisagée doit porter sur un projet ou un groupe de projets uniques insérés dans une structure dont les objectifs et les modalités sont clairement définis (1). Ensuite, s'agissant de l'intérêt européen commun (2), le projet doit contribuer « d'une manière concrète, claire et identifiable à un ou plusieurs objectifs de l'Union et avoir une incidence notable sur la compétitivité de l'Union européenne ». Plusieurs États membres doivent être associés au projet et les bénéfices doivent s'étendre à une partie importante de l'Union européenne. Il est à noter que les projets de recherche, de développement et d'innovation doivent avoir un « caractère novateur majeur ou apporter une valeur ajoutée importante en termes de RDI » et aussi permettre « la mise au point d'un nouveau produit ou service à forte intensité de recherche et d'innovation ».

Enfin, pour pouvoir accéder au statut de PIIEC, un projet a besoin de revêtir une importance à la fois quantitative ou qualitative (3), à savoir qu'il doit être d'une « ampleur considérable et/ou comportant un niveau de risque technologique ou financier très élevé ».

Les critères de compatibilité avec le marché intérieur sont aussi au nombre de trois. En effet, il doit y avoir, d'une part, une nécessité et une proportionnalité de l'aide (1) c'est-à-dire que « l'aide ne peut pas servir à subventionner les coûts d'un projet que l'entreprise aurait de toute façon supporté ni à compenser le risque commercial normal inhérent à une activité économique ». L'État membre qui souhaite subventionner le projet doit, par ailleurs, rester en contact permanent avec la Commission en lui fournissant à la fois des renseignements utiles concernant le projet financé mais aussi une description d'un scénario contrefactuel. Dans ce cas, la Commission pourra apprécier le fait que le montant de l'aide octroyée par les États en question ne va pas au-delà de ce qui est nécessaire pour que le projet reste rentable. Pour apprécier la validité d'aides en provenance d'États européens, la Commission peut tenir compte des concurrents issus de pays tiers qui perçoivent des aides pour des projets semblables. C'est le cas aujourd'hui des États-Unis et de la Chine dans le domaine de l'intelligence artificielle, deux pays qui n'hésitent plus à subventionner leur industrie en la matière.

En ce qui concerne la prévention des distorsions indues de concurrence et le critère de mise en balance (2), il doit être démontré par l'État membre que l'aide proposée par ce dernier reste l'instrument d'intervention adapté qui pourra permettre de réaliser l'objectif du projet ; ainsi, si d'autres moyens peuvent être mis en œuvre pour aboutir au même résultat, alors les aides d'États doivent être abandonnées. En outre, les effets négatifs doivent, en termes de distorsion de la concurrence, être limités par rapport aux effets positifs concernant la contribution de ce projet à un objectif de l'Union.

La Commission prône une exigence de transparence (3) qui passe par la publication sur un site internet d'un certain nombre d'éléments relatifs au projet à savoir le texte de la mesure d'aide, l'identité de l'autorité octroyant les crédits mais aussi « l'identité du bénéficiaire, la forme et le montant de l'aide, la date d'octroi, le type d'entreprise, la région du bénéficiaire et enfin le principal secteur économique » dans lequel le projet s'inscrit.

Enfin, la communication revient sur plusieurs dispositions finales. En premier lieu, la Commission impose une obligation de notification, à savoir que les États membres doivent informer préalablement la Commission de tout projet d'octroyer ou de modifier des aides d'États. Dans la mesure du possible, les États membres participant au PIIEC doivent soumettre à la Commission une notification commune. Par ailleurs, un PIIEC fait l'objet à la fois de rapports réguliers sur son évolution mais aussi d'une évaluation ex post au moment de sa réalisation. Enfin, ces critères s'appliquent du 1^{er} juillet 2014 au 31 décembre 2020.

Concernant le projet de microélectronique adopté en décembre 2018, au vu des critères énoncés dans sa communication de 2014, la Commission européenne a estimé que ce projet pouvait faire l'objet d'octroi d'aide d'États en obtenant le statut de projet important d'intérêt européen commun (PIIEC). La microélectronique est considérée par la Commission comme l'une des six technologies clés génériques primordiales pour le développement industriel du futur. Le projet fait intervenir plusieurs États membres et permettra de mobiliser 6 milliards d'euros supplémentaires d'investissements privés dans ce secteur. De ce fait, il forme un projet ambitieux qui bénéficiera à une partie significative des États membres de l'Union.

III. ADOPTER DES LIGNES ÉTHIQUES POUR CRÉER UNE TECHNOLOGIE RESPECTUEUSE DES DROITS FONDAMENTAUX ET DES VALEURS EUROPÉENNES

Le développement d'une technologie aussi performante que l'intelligence artificielle pose de nombreuses questions éthiques. Le fait que ces questions soient déjà soulevées dans l'opinion publique montre leur sensibilité.

Le fonctionnement de l'IA repose en effet sur des choix, des standards de normalité et une certaine idée de ce que devraient être nos comportements sociaux, autant de notions qui ne sont pas clairement définies. Or comme le rappelle la Commission européenne, « *pour gagner la confiance, la technologie doit être prévisible, responsable et vérifiable, respecter les droits fondamentaux et se conformer à des règles éthiques* ».

Il est donc important que la Commission européenne ait décidé d'inclure des lignes éthiques dans sa stratégie pour l'intelligence artificielle. L'objectif est d'intégrer l'éthique dès la conception des produits et services utilisant l'IA. Le groupe d'experts à haut niveau a eu pour mission de préparer ces lignes éthiques. Une première ébauche a été soumise à consultation publique et elles seront adoptées définitivement en mars 2019. Les auditions menées par vos rapporteurs ont montré que plusieurs points méritent une attention particulière.

L'intelligence artificielle ne sera pas acceptée par la société si elle n'inspire pas confiance. Et pour qu'elle inspire confiance, elle doit être bâtie sur des principes éthiques clairs et acceptés par tous. C'est l'objectif, au sein du groupe européen d'experts à haut niveau, d'un groupe de travail dirigé par la chercheuse française Nozha Boujemaa auditionnée par vos rapporteurs. Celle-ci prône une IA responsable, qui respecte les règles de la société. En outre, elle estime qu'actuellement, beaucoup de choses dans l'IA sont non intentionnelles, dues à un manque de maîtrise technologique. L'objectif est donc de prévoir l'ensemble des cas de figure sans partir dans des considérations « hors sol » et trop théoriques, donc définir des valeurs « implémentables », c'est-à-dire qui s'appliquent au réel. Pour cela, il faut aussi définir les risques et les opportunités, ce qui est intentionnel et ce qui ne l'est pas, et ce qu'il faut faire dans chaque cas.

L'IA pose d'autres questions, comme celle de la responsabilité. Pour vos rapporteurs, il ne peut y avoir de responsabilité des machines ou des robots. Une intelligence artificielle est d'abord une machine, qui a des concepteurs et des fabricants. Ce sont eux qui doivent être responsables en cas de difficulté. C'est notamment ce qu'a défendu devant vos rapporteurs M. Raja Chatila, directeur de l'Institut des systèmes intelligents et de robotique. Comme ce sont des machines complexes, elles auront plusieurs concepteurs. L'être humain qui sera confronté à une IA ne doit pas se retrouver face à un champ de responsabilités diluées. Pour pallier ce risque,

on peut invoquer la vigilance, une sorte de « principe de précaution à l'envers » : chaque acteur de la chaîne est coauteur du résultat qu'est l'IA et se doit d'être vigilant ; la responsabilité réside dans l'écart entre ce que fait l'IA et ce qu'elle devrait faire. Pour mettre en application cette notion, une certaine **traçabilité pourrait être appliquée**. L'idée maitresse est de **vérifier l'intention des fournisseurs de service d'intelligence artificielle**. Pour cela, ces derniers doivent faciliter « l'auditabilité » des produits et services et surpasser le manque de transparence. Pour Nozha Bouzema, la traçabilité serait au centre des lignes directrices d'éthique européennes et serait la seule entorse à la régulation a priori, car elle implique un contrôle a posteriori.

Ensuite, se pose la question de « l'explicabilité » des décisions des IA. **Pour accepter l'intelligence artificielle, on doit comprendre comment elle fonctionne**. Or, actuellement, on ne sait pas toujours expliquer ses résultats. Un important travail devra être fait sur la base de la transparence. La machine ne doit pas être un système opaque.

En outre, la question du biais des jeux de données est centrale. Il faut s'assurer que ce biais sera évité pour ne pas fausser des résultats qu'on croit fondés sur une approche juste. C'est pourquoi les données doivent faire l'objet d'un traitement égal et impartial.

Enfin, s'agissant de la **protection des données à caractère personnel**, essentielle pour une technologie aussi friande de données que l'intelligence artificielle, **le RGPD semble assurer, à ce stade, une protection juridique suffisante**. C'est ce qu'a estimé Isabelle Falque-Pierrotin, auditionnée par vos rapporteurs lorsqu'elle était présidente de la Commission nationale informatique et liberté. Elle s'appuie notamment sur les travaux menés sur l'IA par l'institution qu'elle présidait¹.

Aussi, forte d'une position éthique claire et applicable à toutes les recherches et innovations en IA faites en Europe, l'Union européenne pourra mettre en avant un véritable modèle d'intelligence artificielle en conformité avec les règles et valeurs de la société.

IV. AGIR AVEC L'UNION EUROPÉENNE AU NIVEAU NATIONAL ET AU NIVEAU MONDIAL

A. AGIR AU NIVEAU NATIONAL

L'Union européenne ne peut pas et ne doit pas agir seule pour faire émerger l'intelligence artificielle en Europe. La transformation que l'IA va entraîner, l'ampleur de l'investissement qu'elle nécessite et la mobilisation qu'elle implique ne peuvent trouver une réponse dans la seule action

¹ « Comment permettre à l'Homme de garder la main ? », rapport de la CNIL sur les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle du 15 décembre 2017.

européenne. C'est la raison pour laquelle le plan présenté le 7 décembre dernier est coordonné entre la Commission et les États membres. L'objectif est simple : avancer ensemble.

À l'image de la France et de l'Allemagne, un certain nombre d'États membres ont déjà adopté une stratégie pour l'IA. D'autres ont intégré cette composante dans leur politique de recherche et d'innovation. La Commission européenne propose de généraliser cette activité et que chaque État membre ait mis en place une stratégie nationale d'ici à la mi-2019. Chaque pays devra indiquer les niveaux d'investissement et les mesures de mise en œuvre qu'il a prévus.

La Commission européenne a aussi appelé les États membres à agir sur la formation, qui ne relève pas de sa compétence. Actuellement, **plus de 600 000 postes d'experts en numérique sont vacants dans l'Union européenne**. Nous ne disposons pas de suffisamment de cursus spécialisés dans l'IA ; il faut les développer. Au-delà, afin que l'ensemble de la société puisse bénéficier de cette nouvelle technologie, la Commission prône la formation tout au long de la vie, les études sur la transformation du travail et des organisations pour mieux préparer les entreprises. Un effort général des États membres est nécessaire et particulièrement pour la France.

La France est aux avant-postes en Europe sur l'IA, derrière le Royaume-Uni et devant l'Allemagne. L'avenir européen du premier étant en suspens, **notre pays doit assumer son leadership en Europe** et s'investir pleinement dans l'intelligence artificielle. C'est le sens du message du rapport Villani et que partagent vos rapporteurs.

En outre, la France dispose de laboratoires (CNRS, INRIA, entre autres) et d'entreprises (Thalès, Orange, Atos) de très haut niveau. Toutefois, beaucoup de chercheurs s'expatrient. **L'environnement doit être plus attractif pour les jeunes chercheurs**. Les annonces faites par le Président de la République le 29 mars 2018 vont dans le bon sens : il est prévu d'affecter 1,5 milliard d'euros à l'IA, dont 700 millions pour la recherche ; le choix stratégique de quatre pôles sur le territoire est judicieux ; la possibilité qui sera ouverte à un chercheur public de consacrer jusqu'à 50 % de son temps à une entité privée (contre 20 % actuellement) devrait renforcer les liens avec l'industrie et favoriser la création d'entreprises innovantes ; enfin le doublement du nombre d'étudiants formés à l'IA est un objectif louable et atteignable.

Les auditions menées par vos rapporteurs ont en effet souvent soulevé la question du « passage à l'échelle ». Nous disposons de chercheurs de très haut niveau en IA très bien formés. Aujourd'hui, la qualité de cette formation permet l'installation en France de centres de recherche en IA des grands groupes en France (Facebook, Google, Samsung, Fujitsu et IBM). Toutefois, la France ne forme pas assez d'étudiants en dehors de l'élite. **Nous avons besoin de plus d'ingénieurs et d'informaticiens spécialisés dans**

l'intelligence artificielle pour développer et généraliser cette technologie. Accentuer cet effort serait source d'emplois et de croissance.

Enfin, nous devons **mettre en place des partenariats avec les autres pays européens et en particulier l'Allemagne**. Si le pays a mis longtemps à adopter une stratégie pour l'intelligence artificielle, il peut y consacrer des moyens importants. Le véhicule autonome constitue un enjeu majeur pour son industrie automobile comme pour la nôtre. Au-delà, la France peut entraîner les autres acteurs européens.

La France, très présente sur les questions éthiques, doit s'assurer que les lignes éthiques qui seront adoptées en Europe et dans le monde seront conformes à ses valeurs et à la Charte européenne des droits fondamentaux.

La stratégie allemande pour l'intelligence artificielle a été entérinée le 15 novembre 2018, après consultation de comités d'experts et d'organisations professionnelles. Elle a été présentée officiellement les 3 et 4 décembre 2018 au cours du sommet annuel de Nuremberg. Le gouvernement fédéral a décidé de doter cette stratégie d'un budget de 3 milliards d'euros à investir d'ici 2025 dont 500 millions en 2019.

La stratégie comprend deux pans ; favoriser la compétitivité de l'Allemagne et de l'Europe dans le monde et évaluer les impacts de l'intelligence artificielle sur nos sociétés.

Pour promouvoir la compétitivité du pays en la matière, plusieurs mesures ont été prises afin de soutenir la recherche comme la création d'un cluster européen pour l'IA ou bien la création de 100 postes de professeurs d'université en intelligence artificielle. Plusieurs domaines spécifiques seront soutenus comme les biotechnologies, les véhicules autonomes, les soins à la personne ou encore les énergies renouvelables.

Le budget du programme allemand pour l'IA serait aussi destiné à la facilitation de la circulation des données entre les entreprises et les institutions publiques. Pour ce faire, la stratégie propose notamment d'ouvrir l'accès aux données publiques à caractère non-personnel au nom du principe «ouvert par défaut».

Pour évaluer l'impact de l'intelligence artificielle dans la société et notamment dans le monde du travail, sera créé un Observatoire pour l'IA. La stratégie vise aussi à favoriser le débat public sur les enjeux éthiques, institutionnels, culturels et juridiques de l'intelligence artificielle.

La coopération franco-allemande sur l'IA est régulièrement rappelée par le Président de la République française et la Chancelière allemande. Plusieurs pistes de partenariat franco-allemand sont actuellement à l'étude : création d'un « centre virtuel » et de programmes bilatéraux ; coordination et mise en réseau des centres de compétence français et allemands.

B. AGIR AU NIVEAU INTERNATIONAL

Si l'Europe veut être un acteur qui compte sur l'échiquier mondial de l'intelligence artificielle, elle doit défendre ses intérêts et ses valeurs dans les instances mondiales de régulation.

L'ambition d'une IA pour le bien de tous est aussi un message politique porteur des valeurs européennes. Il n'est pas certain par exemple que les Chinois, qui veulent aussi mettre l'intelligence artificielle au service de leurs citoyens, aient la même conception que les Européens. C'est pourquoi les lignes éthiques qui seront adoptées à la fin du premier trimestre 2019 devront ensuite être intégrées dans un cadre juridique mondial de l'IA.

L'entrée en vigueur du RGPD a eu un retentissement mondial. Ce régime traduit une approche européenne de la régulation de l'économie numérique. Sa portée symbolique se mesure notamment en Californie où l'État envisage à son tour d'adopter des règles de protection des données à caractère personnel. Le monde numérique semble entrer dans une nouvelle phase où la prise de conscience de la valeur des données à caractère personnelles peut déboucher sur une plus grande régulation. Si celle-ci n'a pas rapidement émergé, c'est que la technologie était concentrée par les grands acteurs américains peu désireux d'une quelconque régulation qui aurait entravé leur développement. Le résultat est connu : ils disposent d'une puissance financière considérable et d'une capacité continue de capter des millions, voire des milliards de données, y compris celles des consommateurs européens.

On sait d'ores et déjà que l'IA n'obéira pas au même modèle : les grandes puissances ont engagé une course à la technologie, derrière laquelle plusieurs modèles se dessineront. **Un modèle européen doit donc pouvoir être mis en avant dans le cadre d'une régulation mondiale que l'Europe doit contribuer à mettre en place.** En outre, ces valeurs peuvent être partagées par d'autres, notamment en Occident : le Canada, la Norvège, la Suisse, voire les États-Unis sont autant de partenaires avec lesquels l'Union européenne peut bâtir un socle commun de valeurs éthiques, ainsi qu'une communauté de vues et d'intérêts.

On peut à ce titre saluer **l'initiative franco-canadienne de créer un GIEC de l'intelligence artificielle.** Ce G2IA « *soutiendra et guidera l'adoption responsable de l'IA, axée sur le respect des droits de la personne, l'inclusion, la diversité, l'innovation et la croissance économique. Il aura également pour mandat de faciliter la collaboration, sur la scène internationale, entre la communauté scientifique, l'industrie, la société civile les organisations internationales concernées et les gouvernements* ». En outre, le 23 octobre 2018, une déclaration sur l'éthique et la protection des données dans le secteur de l'intelligence artificielle a été adoptée par l'ICDPPC, la Conférence internationale des commissaires à la protection des données. Ce texte était porté par les CNIL

française et italienne et par le Contrôleur européen de la protection des données.

Par ailleurs, la gouvernance de l'internet l'a montré : l'avance technologique des Gafam leur a permis d'imposer des normes techniques au service de leurs intérêts. La course qui s'est engagée autour de la norme 5G de téléphonie mobile en est un autre exemple : celui qui dispose en premier de la technologie fait la norme.

C'est pourquoi, en complément d'une action coordonnée pour développer l'intelligence artificielle dans l'Union, les Européens doivent agir de manière concertée pour promouvoir leurs intérêts dans les organismes mondiaux de normalisation.

EXAMEN EN COMMISSION

La commission des affaires européennes s'est réunie le jeudi 31 janvier 2019 pour l'examen du présent rapport. À l'issue de la présentation faite par MM. André Gattolin et Cyril Pellevat, le débat suivant s'est engagé :

M. Jean Bizet, président. – Je salue la qualité de votre réflexion sur un sujet majeur. L'Europe, certes, affiche un retard technologique en matière d'intelligence artificielle, mais elle possède une avance éthique, atout à ne pas négliger compte tenu des effets pervers intrinsèques à cette science. Cet avantage peut demain faire la différence ! Le sujet de l'intelligence artificielle pourrait utilement faire l'objet d'une réflexion commune avec le Bundesrat. Nos deux chambres fonctionnent différemment, mais des partenariats thématiques pourraient s'avérer intéressants. Je vous remercie d'avoir exhumé le paragraphe 3 de l'article 107 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne qui, sous condition, autorise les aides d'État. Votre proposition de résolution me semble équilibrée et prospective. À l'instar des travaux déjà menés sur le numérique au sein de notre commission et par notre collègue Catherine Morin-Desailly, présidente de la commission de la culture, de l'éducation et de la communication, le dossier de l'intelligence artificielle pourrait faire l'objet d'une coopération parlementaire franco-allemande.

M. André Reichardt. – La thématique de l'intelligence artificielle paraît fort enthousiasmante pour l'Union européenne ! Le débat sur les élections prochaines au Parlement européen devrait s'en saisir. À rebours des discours populistes, il permet de montrer à nos concitoyens, au travers d'exemples similaires, l'utilité de l'Union européenne.

Ne nous en cachons pas : en matière d'intelligence artificielle, l'Europe accuse un retard dommageable dont elle porte la responsabilité. Les États-Unis et la Chine se sont saisis plus précocement de cette technologie. Certes, nous y apportons une éthique, mais je ne suis pas certain qu'elle puisse, en l'espèce, être qualifiée d'atout. Face à la Chine, elle pourrait davantage constituer un handicap... L'écart des moyens consacrés à l'intelligence artificielle apparaît également révélateur : On reste loin de la Chine qui ne s'embarrasse guère, par ailleurs, de règles pour le traitement des données.

L'intelligence artificielle représente un formidable défi pour l'Union européenne ! Je soutiens les propositions de la Commission européenne dans ce domaine. Pensez toutefois qu'elle demande seulement aux États membres de définir une stratégie. Quel retard par rapport à nos concurrents ! Le plan d'action de la Commission européenne doit être rapidement mis en œuvre,

avec les pays qui souhaitent s'y investir. Nous retrouvons le dilemme de l'Europe à plusieurs vitesses...

M. Jean Bizet, président. - L'intelligence artificielle constitue peut-être la matière qui verra l'émergence d'une quatrième politique de coopération renforcée.

Mme Anne-Catherine Loisier. - Au sein de la délégation sénatoriale aux entreprises, j'ai récemment travaillé avec Pascale Gruny sur la numérisation de l'économie. Nous nous sommes, dans ce cadre, rendues à Berlin où nous avons pu observer l'important travail mené par nos voisins allemands sur l'intelligence artificielle, notamment au regard de ses conséquences sur l'emploi et de ses implications éthiques. À cette occasion, nous avons appris que l'université de Berlin avait conclu un partenariat avec celle de Berkeley pour réfléchir aux questions d'éthique. L'Europe devrait se mobiliser pour que de telles collaborations émergent en son sein, sur le modèle des partenariats existant entre la France, l'Allemagne et l'Italie sur les nanotechnologies et les batteries de voitures électriques. Elle gagnerait à approfondir sa réflexion sur l'innovation de rupture et sur la création de centres de compétences. Les Allemands s'interrogent notamment sur les règles régissant l'accès aux données. Entre le laxisme américain et la rigidité chinoise, beaucoup de pays n'ont pas encore déterminé de réglementation. Pour faire des émules et gagner des marchés, l'Union européenne a tout intérêt à en définir rapidement.

M. Benoît Huré. - Je remercie les rapporteurs pour la clarté de leur présentation. Je suis moins pessimiste que notre collègue André Reichardt : avoir raison trop tôt ne représente pas toujours un handicap. La vision éthique de l'Europe s'imposera un jour dans les instances internationales. Qui imaginait autrefois que l'on réussisse à taxer les Gafam ? Ce sera pourtant une réalité à l'horizon 2020 ou 2021. Ne renonçons jamais à l'éthique !

La difficulté ne réside pas tant dans notre retard technique que dans l'absence de coordination entre États membres. Souvenez-vous à cet égard de l'audition de Thierry Breton... Nous devons travailler de concert avec l'Allemagne. Pour autant, le fait que nos partenaires concluent des accords avec d'autres pays ne me semble pas constituer un obstacle.

Je partage l'analyse d'André Reichardt : l'intelligence artificielle représente un formidable sujet de débat dans le cadre des élections européennes du printemps. Les membres de notre commission pourraient utilement disposer d'une note recensant les projets européens les plus porteurs, afin de les présenter concrètement à nos concitoyens. Je crains, en effet, les conséquences d'une campagne électorale éloignée des véritables enjeux.

M. Pierre Ouzoulias. - Notre président a raison : votre proposition de résolution paraît équilibrée, soit, en langage sénatorial, consensuelle.

Notre débat sur l'intelligence artificielle ne doit pas faire oublier, comme l'ont rappelé les auditions menées par nos rapporteurs, qu'elle ne peut s'envisager sans avancée de l'intelligence humaine.

L'effort européen sur l'intelligence artificielle doit certes porter sur la technique informatique, mais il ne doit pas faire l'impasse sur les sciences humaines. Un philosophe peut apporter autant qu'un informaticien à ces sujets ! Nous devons également veiller à faire avancer la réflexion juridique. Que pourrait être un code de l'unité numérique individuelle ? Quelles règles devront être appliquées à une existence virtuelle, propre et numérique ? Une réflexion philosophique et juridique solide doit accompagner ce progrès technique.

Le RGPD doit être envisagé comme un outil anti-monopolistique, voire protectionniste, à l'encontre des Gafam et d'États comme la Chine. Entendue par la commission de la culture, de l'éducation et de la communication, Marie-Laure Denis, nouvellement nommée présidente de la Commission nationale de l'informatique et de libertés (CNIL), a indiqué que l'application du RGPD allait entraîner une surcharge de travail de 20 % à 25 % pour la CNIL en raison de la croissance des contentieux. Pour une application efficace du RGPD, il convient donc de renforcer les moyens de l'organisme.

M. Jean Bizet, président. – Nous n'avons, pour des raisons d'agenda, pas pu entendre le contrôleur européen de la protection des données sur le RGPD. Nous pourrions dès lors inviter Marie-Laure Denis devant notre commission. Le RGPD donnera la pleine mesure de son efficacité lorsqu'il sera possible d'examiner les sanctions prises dans le cadre de son application. La Californie étudie avec attention la législation européenne sur les données personnelles.

M. André Gattolin, rapporteur. – À l'occasion de la proposition de résolution relative aux objets connectés, Colette Mélot et moi-même avons proposé un renforcement des moyens de la CNIL pour l'application du RGPD. Les instances similaires de nos partenaires européens ont sensiblement augmenté leurs effectifs, certes originellement plus modestes.

Mme Sophie Joissains. – La CNIL représente un instrument de régulation et de sanction. Lors du dernier projet de loi de finances, certains collègues souhaitaient réduire sa subvention : la commission des lois l'a défendue afin qu'elle dispose des moyens d'assurer sa mission.

Mme Anne-Catherine Loisier. – J'ai ouï dire qu'un groupe de travail « science et technique » avait été créé au niveau européen.

Mme Colette Mélot. – Nous pouvons regretter la lenteur de l'Union européenne pour mettre en place une stratégie commune sur l'intelligence artificielle comme sur d'autres dossiers. Nos rapporteurs ont néanmoins fait état de quelques avancées. Les données sur les 500 millions de consommateurs européens représentent un trésor qui doit être mis à la

disposition de la recherche et de l'industrie. L'Europe n'est pas en retard, mais elle doit continuer à avancer. Je crois aussi à l'intérêt de ce sujet dans le cadre de la campagne électorale pour le Parlement européen.

Mme Joëlle Garriaud-Maylam. – L'éthique, certes louable, peut constituer un frein au développement économique. Les Européens sont parfois trop naïfs ; ils subissent les conséquences des règles qu'ils s'imposent à eux-mêmes. Nous devons nous engager fermement sur le dossier de l'intelligence artificielle. À l'époque du traité de Maastricht, je me souviens d'un débat sur les pertes considérables causées par l'absence de collaboration entre États membres en matière de recherche et de développement. Trente ans plus tard, la situation n'a guère progressé. L'Europe devrait également s'unir dans le domaine de la cybersécurité. La commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées a entendu le général Olivier Bonnet de Paillerets, commandant de la cyberdéfense, qui regrettait le manque de coopération européenne, y compris franco-allemande, dans ce secteur crucial.

M. André Gattolin, rapporteur. – On est beaucoup revenu sur les questions éthiques. Quelles sont-elles ? Ne handicaperont-elles pas l'industrie européenne de l'intelligence artificielle ? L'Union européenne a décidé de ne pas fixer des règles éthiques, mais des lignes éthiques. Nous en avons besoin pour établir des limites afin de protéger nos données personnelles par rapport aux autres acteurs, notamment la Chine et les Gafam qui ne feront pas dans la dentelle ! Une des règles éthiques est non pas la transparence des algorithmes, mais la capacité à les recomposer. Il existe plusieurs types d'intelligence artificielle. Il y a tout d'abord le *machine learning* qui brasse beaucoup de données et apporte des réponses très intelligentes. Il y a ensuite la logique du système expert. En gros, pour les statisticiens, c'est toute la différence entre une segmentation et une analyse factorielle.

Amazon, qui est une des entreprises les plus performantes en matière de recherche sur l'intelligence artificielle, a voulu optimiser ses critères de recrutement. Or la machine avait un biais : elle choisissait de préférence des hommes, tout simplement parce que l'entreprise compte 80 % de salariés hommes ! Cela prouve que l'intelligence artificielle toute seule n'existe pas : derrière elle, il y a l'intelligence humaine.

On a longtemps parlé d'économie numérique. Maintenant on parle d'économie numérisée. Ici c'est exactement la même chose : il existe un secteur de l'intelligence artificielle et cette intelligence artificielle va se diffuser partout. Pierre Ouzoulias a raison : l'organisation du travail, même dans une entreprise classique, s'en trouvera transformée. Nous avons auditionné hier une personne de France Stratégie qui a étudié l'utilisation de l'intelligence artificielle dans les systèmes de santé. Une société qui gère près de 10 millions d'utilisateurs santé aux États-Unis, Kaiser, s'est rendu compte que le moyen le plus efficace pour bien gérer un système de santé était l'inter-

échange entre tous les membres. Certes, l'intelligence artificielle peut traiter un grand nombre de données ; en ce sens, son analyse est meilleure que celle d'un expert pour la détection de certaines maladies. Pour autant, ce n'est pas elle qui fera l'accompagnement aux soins. En bref, l'intelligence artificielle s'immiscera dans la structure dans le sens plutôt d'une organisation apprenante.

Lors de son audition passionnante, Charles-Édouard Bouée, PDG du cabinet de conseil Roland Berger, a souligné que chaque révolution industrielle se faisait sur des bases différentes. À l'intérieur du numérique, tous les grands leaders de la révolution précédente veulent préparer la révolution d'après, mais souvent ils s'orientent vers des solutions qui ne seront pas forcément celles de la vague suivante. On va vers des formes d'intelligences personnalisées augmentées. Un téléphone portable est beaucoup plus puissant que toute la capacité informatique de l'administration américaine dans les années soixante-dix. Il existera peut-être demain des applications qui, sans divulguer à l'extérieur nos données personnelles, guideront nos choix en tenant compte de nos goûts, de nos préférences et de nos aspirations.

Je pensais que l'intelligence artificielle représentait de grands espoirs pour les maladies orphelines. Pas du tout ! Elle donnera plutôt de bonnes réponses pour les pathologies globales, mais elle n'identifiera pas mieux qu'un bon médecin une maladie rare. Nous aurons donc du mal à nous passer de l'expertise humaine. Il existe des machines qui agissent toutes seules – j'en veux pour preuve le *trading* à haute fréquence –, mais pas encore des machines qui pensent toutes seules.

J'ai beaucoup échangé avec des ressortissants de pays du nord, notamment les Norvégiens. Tout le monde a les mêmes projets novateurs sur la santé, les mobilités, l'énergie. Où est l'innovation dans l'innovation ? Pourquoi ne pas plutôt réfléchir à l'impact de l'intelligence artificielle dans l'agriculture et dans l'aquaculture ?

M. Cyril Pellevat, rapporteur. – André Reichardt a posé des questions sur le financement. Une étude réalisée par McKinsey montre que l'Europe est en retard sur les investissements privés dans l'intelligence artificielle. Alors que ses entreprises investissaient entre 2,4 et 3,2 milliards d'euros en 2016, l'Asie apportait 6,5 à 9,7 milliards d'euros et l'Amérique du Nord entre 12,1 et 18,6 milliards d'euros. Par ailleurs, c'est tout récent, Bpifrance veut faciliter le financement de l'innovation de rupture en France alors que jusqu'à présent elle allait surtout vers des *start-up* traditionnelles. Une enveloppe de 775 millions d'euros sera mise en place d'ici à 2023 et sera mise à disposition des entreprises de la « *deep tech* » dont les projets sont plus longs à développer.

André Gattolin a parlé de l'intelligence spécialisée et de l'intelligence généraliste. Tout cela va de pair avec la formation.

L'acquisition de connaissances qualifiables et standardisables sera faite par la machine, mais on aura besoin de l'humain pour porter un regard critique sur l'action de l'intelligence artificielle. Nous devons donc adapter notre modèle de formation en conséquence.

Je répondrai à Colette Mélot que nous ne sommes pas en retard au niveau du marché européen.

En ce qui concerne le droit, en réponse à Pierre Ouzoulias, j'ai été rapporteur sur les drones. Lors d'une audition, j'avais demandé qui, du développeur ou de l'entreprise commercialisant la machine, portera la responsabilité de l'erreur. Je n'ai pas obtenu de réponse. Il faudra sans doute aller vers un mixte.

Joëlle Garriaud-Maylam a parlé de cybersécurité. Un rapport d'information de M. Danesi et de Mme Laurence Harribey a été remis il y a un an. L'acte pour la cybersécurité a été adopté au niveau européen. Il renforce l'agence européenne et la coopération entre les États membres. Il crée des normes de certification européennes.

M. André Gattolin, rapporteur. – J'ajoute sur la cybersécurité que l'Allemagne et la France investissent beaucoup. Nous avons pris conscience des enjeux depuis pas mal d'années. Nous avons relevé que dans certains secteurs comme les objets connectés nous n'étions pas assez prudents et qu'ils pouvaient être piratés, mais globalement nous enregistrons un vrai développement.

Mme Sophie Joissains. – Je souhaite insister sur le rôle de l'éthique et de l'autorité de régulation. Ces avancées formidables constituent aussi une manne financière importante. En matière de santé au niveau des assurances, ça pourrait être assez terrifiant. Il importe le plus possible d'appuyer la capacité de l'autorité de régulation qu'est la CNIL.

Mme Véronique Guillotin. – C'est un sujet important pour l'avenir de la société tout entière et pour les projets européens. Aujourd'hui, en Europe, le populisme monte et les projets manquent. Après l'Europe du charbon, pourquoi pas celle de l'intelligence artificielle ?

Concernant la santé, l'intelligence artificielle est une innovation technologique, mais il faut aussi une innovation organisationnelle intégrée par les professionnels. La télémédecine est certes une possibilité, mais elle ne fonctionnera pas si les professionnels ne s'approprient pas la technologie. *Quid* de la formation des médecins et des chercheurs ? *Quid* de la recherche en France ? *Quid* de la formation scientifique dès le plus jeune âge ?

M. Pierre Médevielle. – Je suis optimiste quant aux questions d'éthique dans le domaine médical. L'intelligence artificielle représente un espoir formidable. Je me souviens du premier supercalculateur et du développement de l'épidémiologie. Certes, il a fallu l'intervention humaine pour se rendre compte que la chute spectaculaire des cancers de l'estomac

était liée à l'apparition du réfrigérateur, mais nous devons continuer à exploiter tous ces outils. On va devoir travailler en pluridisciplinarité, ce qui est rassurant. Je pense à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière ou à l'Oncopole de Toulouse. C'est une approche nouvelle qui apporte un véritable potentiel.

Le sujet que nous avons le moins abordé est le secteur agricole. En 2050, la terre comptera 10 milliards d'individus. Nous ne pourrons pas faire sans l'intelligence artificielle qui permettra d'optimiser la production. Je pense en particulier aux supercalculateurs météo qui permettront d'analyser les précipitations et la nature des sols.

M. Jean Bizet, président. – Merci de cette réflexion sur l'apport de l'intelligence artificielle dans l'agriculture.

*

À l'issue du débat, la commission, à l'unanimité, autorise la publication du rapport d'information et adopte la proposition de résolution européenne suivante, ainsi que l'avis politique qui en reprend les termes et qui sera adressé à la Commission européenne.

PROPOSITION DE RÉSOLUTION EUROPÉENNE

Le Sénat,

Vu l'article 88-4 de la Constitution,

Vu l'article 107 du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne,

Vu la communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions « L'intelligence artificielle pour l'Europe », COM(2018) 237 final,

Vu la communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions « Un plan coordonné dans le domaine de l'intelligence artificielle », COM(2018) 795 final,

Vu la communication de la Commission européenne sur les « critères relatifs à l'analyse de la compatibilité avec le marché intérieur des aides d'État destinées à promouvoir la réalisation de projets importants d'intérêt européen commun », 2014/ C 188/02,

Relève que l'intelligence artificielle est une technologie qui va transformer la société, l'économie et la vie des personnes ;

Soutient qu'en raison des caractéristiques de l'intelligence artificielle, une action au niveau européen est nécessaire ;

Souligne que cette révolution technologique doit être appréhendée dans toutes ses dimensions, scientifique, économique, éthique et sociétale ;

Souligne le caractère stratégique pour l'Europe d'être un acteur majeur de cette transformation et estime qu'elle dispose des atouts pour cela ;

Estime que l'Union européenne doit avancer de manière coordonnée avec les États membres pour apporter une réponse globale aux défis que posera le développement de l'intelligence artificielle ;

Soutient l'établissement de lignes éthiques européennes telles que définies par le groupe à haut niveau sur l'intelligence artificielle visant une conception responsable de l'intelligence artificielle fondée sur la confiance et la transparence ;

Soutient la création d'espaces européens de données et un partage raisonné des données au sein de l'Union ;

Souligne que l'effort de formation au numérique et à l'intelligence artificielle en Europe doit être augmenté et généralisé ;

Pour ces raisons, accueille favorablement le plan coordonné dans le domaine de l'intelligence artificielle de la Commission européenne ;

Relève toutefois que l'investissement dans ce domaine doit augmenter fortement pour permettre à l'Union européenne de rivaliser avec les États-Unis et la Chine ;

Soutient, comme une première étape en ce sens, l'initiative de la Commission européenne de renforcer la coopération entre entreprises, laboratoires de recherche et universités pour élaborer, avec les États membres, un programme stratégique commun de recherche et d'innovation pour l'intelligence artificielle ;

Regrette, une nouvelle fois, l'absence d'une véritable politique industrielle en Europe ;

Juge toutefois nécessaire de permettre aux États membres d'aller plus loin et remarque que des solutions existent à cette fin, en conformité avec les règles du Marché unique et la politique de la concurrence de l'Union européenne ;

Soutient qu'à l'image de ce qui a été fait pour la recherche et l'innovation dans la microélectronique, l'intelligence artificielle doit faire l'objet d'un « projet important d'intérêt européen commun » tel que défini à l'article 107, paragraphe 3 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne ;

Estime que, par ce biais, l'Union européenne entrainera et fédèrera les acteurs européens autour d'un tel projet et favorisera les investissements dans l'intelligence artificielle ;

Appelle, par conséquent, à la création d'un « projet important d'intérêt européen commun » pour l'intelligence artificielle ;

Invite le Gouvernement à soutenir ces orientations et à les faire valoir dans les négociations européennes.

LISTE DES PERSONNES ENTENDUES

- **M. Cédric VILLANI**, député de l'Essonne.

Prophesee

- **M. Luca VERRE**, fondateur ;
- **M. Guillaume Butin**, directeur de la communication.

Cabinet Roland Berger

- **M. Charles-Édouard Bouée**, président-directeur général ;
- **Mme Axelle Lemaire**, ancienne ministre.

Orange

- **M. Nicolas DEMASSIEUX**, directeur de la recherche ;
- **Mme Carole GAY**, responsable des affaires institutionnelles du groupe Orange.

Centre national de la recherche scientifique :

- **M. Jean Gabriel GANASCIA**, directeur du comité d'éthique, professeur à l'université Paris 6.
- **M. Raja CHATILA**, directeur de l'Institut des systèmes intelligents et de robotique (Isir).

Inria

- **M. Bruno SPORTISSE**, président-directeur général ;
- **M. Nozha BOUJEMAA**, conseiller du président-directeur général Big Data, directrice de l'institut DataIA.

France IA

- **Mme Françoise SOULIÉ-FOGELMAN**.

STMicroelectronics France

- **M. Thierry TINGAUD**, président directeur général.

Commission nationale de l'informatique et des libertés

- **Mme Isabelle FALQUE-PIERROTIN**, présidente ;
- **Mme Tiphaine HAVEL**, conseillère pour les questions institutionnelles et parlementaires ;
- **M. Yacine SI ABDALLAH**, chargé de mission auprès de la présidente.

Commission européenne – DG Connect

- **M. Khalil ROUHANA**, directeur général adjoint.

Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information :

- **M. Yann Bonnet**, directeur de cabinet du directeur général

France Stratégie :

- **Mme Salima Benhamou**, économiste, cheffe de projet.

ANNEXE 1 : LA STRATÉGIE NATIONALE POUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

(Source : ministère de l'enseignement supérieur,
de la recherche et de l'innovation)

PROPULSER LA FRANCE PARMIS LES LEADERS DE L'IA

Jeudi 29 mars, à Paris au Collège de France, le chef de l'État a présenté **une stratégie ambitieuse en faveur de l'intelligence artificielle**, une technologie qui touche de nombreux domaines (détection de cancer, voitures autonomes, reconnaissances d'images, assistants virtuels...), induit des changements profonds et suscite aussi des craintes. Les mesures s'inspirent du rapport rédigé par le mathématicien et député Cédric Villani.

L'objectif de ce plan est de **propulser la France parmi les champions de l'intelligence artificielle**, un secteur actuellement dominé par les États-Unis et la Chine, et par des pays émergents de la discipline comme Israël, le Canada et le Royaume-Uni.

Priorités affichées : **la recherche, l'ouverture des données et les enjeux éthiques ou sociétaux.**

La France dispose de tous les atouts pour exister pleinement sur la scène internationale – des talents recherchés et une excellence de la formation –, mais manque encore de groupes leaders et visibles.

LES 4 GRANDS AXES DE LA STRATÉGIE IA

Le plan Intelligence artificielle va être déployé jusqu'en 2022 pour propulser la France au meilleur niveau mondial. Cela passe notamment par la mise en place d'un réseau d'instituts dédiés localisés dans quatre ou cinq endroits en France, par la constitution d'un hub de recherche au meilleur niveau mondial en IA, ou encore par des allers-retours de chercheurs entre le public et le privé...

Ce plan s'articule autour de 4 axes :

- conforter, en France et en Europe, l'écosystème de l'IA ;
- engager une politique d'ouverture des données ;
- adapter le cadre réglementaire et financier, national et européen ;
- définir les enjeux éthiques et politiques de l'IA.

Parmi les annonces :

Constituer un hub de recherche au meilleur niveau mondial en IA grâce à la mise en place d'un programme national coordonné par l'INRIA, en lien avec les universités et les organismes de recherche. L'objectif est de faire émerger "un réseau d'instituts dédiés localisés dans quatre ou cinq endroits en France", accompagné par un programme de chaires individuelles, afin d'attirer les meilleurs chercheurs mondiaux.

Favoriser la porosité entre la recherche publique et le monde industriel : simplification des démarches de création de start-up pour les chercheurs, accélération des procédures contrôlant les projets scientifiques, ou encore possibilité pour un chercheur de consacrer 50% de son temps à un projet privé (au lieu de 20% aujourd'hui).

Il s'agit aussi de doubler le nombre d'étudiants formés à l'IA, de former à l'éthique liée au numérique, de donner plus de place à l'expérimentation, d'ouvrir les données publiques, mettre en place de plateformes de partage des données, définir le cadre d'une souveraineté européenne, rendre les algorithmes publics et s'assurer de leur loyauté, engager une réflexion européenne sur les algorithmes, ou encore créer un GIEC de l'IA, une expertise mondiale indépendante qui puisse nourrir le débat démocratique et veiller aux questions d'éthique...

Le plan IA : 1,5 milliard d'euros sur le quinquennat

L'État consacrera **1,5 milliard d'euros** sur l'ensemble du quinquennat pour développer l'intelligence artificielle (IA) dont près de 400 millions d'euros seront dévolus à des appels à projet et de défis d'innovation de rupture.

L'IA sera le premier champ d'application du Fonds pour l'innovation et l'industrie de **10 milliards d'euros** mis en place en début d'année.

Par ailleurs, **800 millions d'euros** seront consacrés à la nanoélectronique.

ANNEXE 2 : LA STRATÉGIE NATIONALE DE RECHERCHE EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

(Source : ministère de l'enseignement supérieur,
de la recherche et de l'innovation)

LA FRANCE DANS LE TOP 5 DES PAYS EXPERTS EN IA

Frédérique Vidal et Mounir Mahjoubi ont coprésidé la première réunion du comité de pilotage du plan national pour l'intelligence artificielle qui s'est tenue à Toulouse le 28 novembre. A cette occasion, ils ont présenté la **stratégie nationale de recherche en intelligence artificielle** établie à partir du rapport présenté au printemps dernier par le député et mathématicien Cédric Villani.

Cette stratégie – qui s'appuie largement sur la recherche, fer de lance du développement de l'IA (dans ce domaine, la France tient une place reconnue en raison de l'excellence de son école mathématique et informatique) –, vise un double objectif :

- installer durablement la France dans le top 5 des pays experts en IA à l'échelle mondiale ;
- faire de la France le leader européen de la recherche en IA.

LES 6 AXES DE LA STRATÉGIE IA

► Déployer un programme national pour l'IA piloté par Inria

Un programme national est confié à Inria pour permettre à l'écosystème de l'intelligence artificielle française de se développer et d'accélérer sa croissance.

Ce programme national s'appuiera notamment sur le **réseau des instituts 3IA** (Instituts interdisciplinaires d'intelligence artificielle) dont les 4 projets présélectionnés viennent d'être annoncés : les projets des sites de Grenoble "MIAI@Grenoble-Alpes", de Nice "3IA Côte d'Azur", de Paris "PRAIRIE" et de Toulouse "ANITI".

► Lancer un programme d'attractivité et de soutien aux talents

- Création de 40 chaires à partir de 2019 ;
- Doublement du nombre de docteurs formés en intelligence artificielle.

► Dynamiser la recherche en IA à l'ANR

D'ici 2022, **100 millions d'euros** seront consacrés au renforcement de la dotation de l'Agence nationale de Recherche, avec un fléchage spécifique sur l'IA. Il s'agit de développer des projets de recherche, principalement collaboratifs, au meilleur niveau pour dépasser la frontière des connaissances sur le cœur des technologies de l'IA et sur leurs applications.

Depuis 2018, 61 projets ont été d'ores et déjà soutenus pour un montant de 27 millions d'euros.

➤ **Renforcer les moyens de calcul**

- **Plus de 170 millions d'euros d'ici 2022 pour les moyens de calcul dédiés à l'IA** investis par le gouvernement conjointement avec la Commission Européenne.

- **L'un des plus puissants supercalculateurs en Europe sera installé début 2019** au centre de calcul IDRIS du CNRS, sur le plateau de Saclay, par l'opérateur national de calcul intensif GENCI. Sa puissance de calcul sera supérieure à 10 petaflops /s (10^{16} opérations par seconde).

- **L'accès au calcul sera facilité pour l'ensemble de la communauté de recherche** : une procédure d'accès aux moyens de calcul définie par GENCI sur recommandation de l'alliance Allistene, sera mise en place en 2019 et permettra de disposer de ressources de calcul à la volée.

➤ **Renforcer la recherche partenariale**

65 millions d'euros seront investis par l'Etat d'ici 2022 pour porter le volume total des projets à au moins 130 millions d'euros.

- **20 millions d'euros** supplémentaires pour le programme Labcom
- **10 millions d'euros** supplémentaires pour les Instituts Carnot
- **35 millions d'euros** pour les IRT.

➤ **Renforcer les coopérations bilatérales, européennes et internationales**

La France s'investit dans la préparation de la stratégie IA européenne et bâtit une stratégie partagée avec l'Allemagne.

- Renforcement de la collaboration franco-allemande
- Soutien à une stratégie ambitieuse de l'Europe en IA.

ANNEXE 3 : VOCABULAIRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Journal Officiel de la République Française n°0285 du 9 décembre 2018

Texte n°58

Vocabulaire de l'intelligence artificielle (liste de termes, expressions et définitions adoptés)

NOR: CTNR1832601K

I. - Termes et définitions

apprentissage automatique

Domaine : Informatique.

Synonyme : apprentissage machine.

Définition : Processus par lequel un algorithme évalue et améliore ses performances sans l'intervention d'un programmeur, en répétant son exécution sur des jeux de données jusqu'à obtenir, de manière régulière, des résultats pertinents.

Note :

1. Un algorithme d'apprentissage automatique comporte un modèle dont il modifie les paramètres, de valeur initiale en général aléatoire, en fonction du résultat constaté.

2. L'apprentissage automatique relève de l'intelligence artificielle.

3. L'apprentissage automatique est fréquemment utilisé pour le traitement du langage naturel et la vision par ordinateur, ou pour effectuer des diagnostics et des prévisions.

Voir aussi : apprentissage non supervisé, apprentissage par renforcement, apprentissage profond, apprentissage supervisé, dialogueur, intelligence artificielle, réseau de neurones artificiels.

Équivalent étranger : machine learning (ML).

apprentissage non supervisé

Domaine : Informatique.

Définition : Apprentissage automatique dans lequel l'algorithme utilise un jeu de données brutes et obtient un résultat en se fondant sur la détection de similarités entre certaines de ces données.

Note : L'apprentissage non supervisé est utilisé, par exemple, pour l'identification de comportements et la recommandation d'achats.

Voir aussi : apprentissage automatique, apprentissage supervisé.

Équivalent étranger : data clustering, unsupervised learning, unsupervised training.

apprentissage par renforcement

Domaine : Informatique.

Définition : Apprentissage automatique dans lequel un programme extérieur évalue positivement ou négativement les résultats successifs de l'algorithme, l'accumulation des résultats permettant à l'algorithme d'améliorer ses performances jusqu'à ce qu'il atteigne un objectif préalablement fixé.

Note :

1. L'apprentissage par renforcement est fréquemment utilisé dans la robotique.
2. L'efficacité de l'apprentissage par renforcement a été attestée dans certains jeux stratégiques comme le jeu de go.

Voir aussi : apprentissage automatique.

Équivalent étranger : reinforcement learning.

apprentissage profond

Domaine : Informatique.

Définition : Apprentissage automatique qui utilise un réseau de neurones artificiels composé d'un grand nombre de couches dont chacune correspond à un niveau croissant de complexité dans le traitement et l'interprétation des données.

Note : L'apprentissage profond est notamment utilisé dans la détection automatique d'objets au sein d'images et dans la traduction automatique.

Voir aussi : apprentissage automatique, réseau de neurones artificiels.

Équivalent étranger : deep learning, deep structured learning, hierarchical learning.

apprentissage supervisé

Domaine : Informatique.

Définition : Apprentissage automatique dans lequel l'algorithme s'entraîne à une tâche déterminée en utilisant un jeu de données assorties chacune d'une annotation indiquant le résultat attendu.

Note :

1. L'apprentissage supervisé recourt le plus souvent aux réseaux de neurones artificiels.

2. L'apprentissage supervisé est utilisé, par exemple, pour la reconnaissance d'images et la traduction automatique.

Voir aussi : apprentissage automatique, apprentissage non supervisé, réseau de neurones artificiels.

Équivalent étranger : supervised learning, supervised training.

dialogueur, n.m.

Domaine : Informatique.

Synonyme : agent de dialogue.

Définition : Logiciel spécialisé dans le dialogue en langage naturel avec un humain, qui est capable notamment de répondre à des questions ou de déclencher l'exécution de tâches.

Note :

1. Un dialogueur peut être intégré à un terminal ou à un objet connecté.

2. Les dialogueurs sont utilisés, par exemple, dans les techniques de vente, les moteurs de recherche et la domotique.

3. On trouve aussi l'expression « agent conversationnel », qui est déconseillée.

Voir aussi : agent, apprentissage automatique, intelligence artificielle.

Équivalent étranger : chatbot, conversational agent.

intelligence artificielle

Abréviation : IA.

Domaine : Informatique.

Définition : Champ interdisciplinaire théorique et pratique qui a pour objet la compréhension de mécanismes de la cognition et de la réflexion, et leur imitation par un dispositif matériel et logiciel, à des fins d'assistance ou de substitution à des activités humaines.

Voir aussi : apprentissage automatique, apprentissage non supervisé, apprentissage par renforcement, apprentissage profond, apprentissage supervisé, dialogueur, réseau de neurones artificiels.

Équivalent étranger : artificial intelligence (AI).

Attention : Cette publication annule et remplace celle du Journal officiel du 22 septembre 2000.

neurone artificiel

Domaine : Informatique.

Synonyme : neurone formel.

Définition : Dispositif à plusieurs entrées et une sortie, qui simule certaines propriétés du neurone biologique.

Note : La valeur de sortie du neurone artificiel est une fonction non linéaire, généralement à seuil, d'une combinaison de valeurs d'entrée dont les paramètres sont ajustables.

Voir aussi : réseau de neurones artificiels.

Équivalent étranger : artificial neuron, artificial neurone, formal neuron, formal neurone.

Attention : Cette publication annule et remplace celle du Journal officiel du 10 octobre 1998.

réseau de neurones artificiels

Forme abrégée : réseau de neurones.

Domaine : Informatique.

Synonyme : réseau de neurones formels, réseau de neurones.

Définition : Ensemble de neurones artificiels interconnectés qui constitue une architecture de calcul.

Voir aussi : apprentissage automatique, apprentissage supervisé, neurone artificiel.

Équivalent étranger : artificial neural network, neural network.

Attention : Cette publication annule et remplace celle du terme « réseau neuronal » au Journal officiel du 10 octobre 1998.

II. - Table d'équivalence

A. - Termes étrangers

TERME ÉTRANGER (1)	DOMAINE/SOUS-DOMAINE	ÉQUIVALENT FRANÇAIS (2)
artificial intelligence (AI).	Informatique.	intelligence artificielle (IA).
artificial neural network, neural network.	Informatique.	réseau de neurones artificiels, réseau de neurones, réseau de neurones formels, réseau de neurones.
artificial neuron, artificial neurone, formal neuron, formal neurone.	Informatique.	neurone artificiel, neurone formel.
chatbot, conversational agent.	Informatique.	dialogueur, n.m., agent de dialogue.
data clustering, unsupervised learning, unsupervised training.	Informatique.	apprentissage non supervisé.
deep learning, deep structured learning, hierarchical learning.	Informatique.	apprentissage profond.
formal neuron, artificial neuron, artificial neurone, formal neurone.	Informatique.	neurone artificiel, neurone formel.
hierarchical learning, deep learning, deep structured learning.	Informatique.	apprentissage profond.
machine learning (ML).	Informatique.	apprentissage automatique, apprentissage machine.
neural network, artificial neural network.	Informatique.	réseau de neurones artificiels, réseau de neurones, réseau de neurones formels, réseau de neurones.
reinforcement learning.	Informatique.	apprentissage par renforcement.
supervised learning, supervised training.	Informatique.	apprentissage supervisé.

unsupervised learning, data clustering, unsupervised training.	Informatique.	apprentissage non supervisé.
<p>(1) Il s'agit de termes anglais, sauf mention contraire. (2) Les termes en caractères gras sont définis dans la partie I (Termes et définitions).</p>		

B. - Termes français

TERME FRANÇAIS (1)	DOMAINE/SOUS-DOMAINE	ÉQUIVALENT ÉTRANGER (2)
agent de dialogue, dialogueur, n.m.	Informatique.	chatbot, conversational agent.
apprentissage automatique, apprentissage machine.	Informatique.	machine learning (ML).
apprentissage non supervisé.	Informatique.	data clustering, unsupervised learning, unsupervised training.
apprentissage par renforcement.	Informatique.	reinforcement learning.
apprentissage profond.	Informatique.	deep learning, deep structured learning, hierarchical learning.
apprentissage supervisé.	Informatique.	supervised learning, supervised training.
dialogueur, n.m., agent de dialogue.	Informatique.	chatbot, conversational agent.
intelligence artificielle (IA).	Informatique.	artificial intelligence (AI).
neurone artificiel, neurone formel.	Informatique.	artificial neuron, artificial neurone, formal neuron, formal neurone.
réseau de neurones artificiels, réseau de neurones, réseau de neurones formels, réseau de neurones.	Informatique.	artificial neural network, neural network.
<p>(1) Les termes en caractères gras sont définis dans la partie I (Termes et définitions). (2) Il s'agit d'équivalents anglais, sauf mention contraire.</p>		