



L'intelligence artificielle en questions



Entre mars et août 2018, le journal « le Monde » a titré 44 fois sur l'intelligence artificielle. Les quelques titres ci-dessous permettent de discerner le très large éventail d'applications de cette science ainsi que les espoirs et craintes qu'elle suscite.

- « Trente drones volent en groupe sans pilote grâce à une intelligence artificielle » 2 août
- « La diversité humaine est un enjeu central pour le développement de l'intelligence artificielle » 30 juillet
- « Des milliers d'experts en intelligence artificielle s'engagent à ne pas participer à la création d'armes » 18 juillet
- « Robot mon amour » 12 juillet
- « Le robot humanoïde, partenaire privilégié des autistes » 12 juillet
- « Les robots vont modifier la psychologie humaine » 12 juillet
- « Une intelligence artificielle dépasse les meilleurs joueurs humains de Quake III » 5 juillet
- « Un « serment d'Hippocrate » pour les professionnels de l'intelligence artificielle » 5 juillet
- « Voici Cimon, le premier robot avec une intelligence artificielle destiné à aider un astronaute » 29 juin
- « Les premiers ratés de l'intelligence artificielle » 27 juin
- « La créativité africaine dopée par l'intelligence artificielle » 17 juin
- « Intelligence émotionnelle versus intelligence artificielle » 16 mai
- « L'inventeur du web exhorte à réguler l'intelligence artificielle » 27 avril
- « Intelligence artificielle, ces emplois qui résistent à la machine » 23 avril
- « Intelligence artificielle : la médiatisation de l'activité peut se faire au détriment du salarié » 17 avril
- « Intelligence artificielle : naissance du manager augmenté » 28 mars
- « L'intelligence artificielle, la pire ou meilleure chose arrivée à l'humanité » estimait Hawking » 14 mars

Pourquoi s'intéresser à l'intelligence artificielle ?

L'intelligence artificielle participe-t-elle à l'avènement de la « 4^e révolution industrielle »¹ ? Présente dans des domaines aussi divers que la banque, l'industrie, les arts, la santé, les transports, la défense, les jeux, l'agriculture, la justice, les services à domicile... l'intelligence artificielle s'immisce dans notre vie, souvent invisible dans des objets que nous utilisons pourtant au quotidien (smartphones par exemple).

Chaque jour, elle connaît de nouveaux développements dont certains surprennent même les spécialistes. Parce qu'elle surpasse l'humain dans certaines tâches, parce qu'elle touche au contenu même du travail et donc aux compétences, les professionnels des ressources humaines doivent suivre attentivement ses évolutions qui suscitent la crainte, chez des salariés, de se voir remplacés, dans un avenir proche, par des programmes ou des robots.

Qu'on la qualifie d'artificielle, d'augmentée ou d'auxiliaire, il apparaît opportun de questionner cette intelligence.

1 Klaus schwab, initiateur et président du forum économique de Davos, auteur de « La quatrième révolution industrielle »

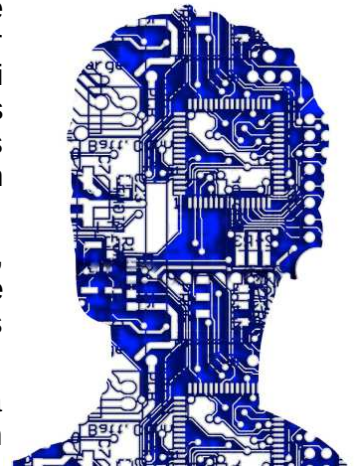


Qu'entend-on par intelligence artificielle ?

L'intelligence artificielle (IA) n'est pas officiellement définie. Pour le scientifique américain Marvin Lee Minsky (1927-2016), l'un des pionniers, il faut envisager cette dernière comme « la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains, car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique ».

Dans son rapport de mars 2018 intitulé « Intelligence artificielle et travail¹ », France Stratégie indique que « l'intelligence artificielle peut être entendue comme l'ensemble des technologies visant à réaliser via l'informatique des tâches cognitives traditionnellement effectuées par l'humain ».

Le développement exponentiel de l'IA, ces dernières années, est dû à la collecte et au traitement massifs de données (big data), aux progrès en algorithmique et à la puissance de calcul croissante des ordinateurs.



En effet, l'intelligence artificielle, pour évoluer, a besoin de ces trois ingrédients :

- ◆ Les données sont la « matière première de l'IA contemporaine² », car elles servent de base au processus d'apprentissage itératif des machines. Plus le nombre de données cohérentes et variées est élevé, plus la machine peut s'entraîner et mieux elle apprend. Cela implique une numérisation du réel : mise en données, recueil, stockage, circulation et, pour décupler la valeur des données, structuration et annotation pour les qualifier. Ainsi, pour permettre à des machines de reconnaître des mélanomes avec un taux de fiabilité proche de celui des dermatologues, voire bientôt supérieur, il a fallu des millions de données.
- ◆ L'algorithme, défini comme une suite d'opérations réalisées par un programmeur et exécutées par un ordinateur, permet d'exploiter les données dans un objectif précis (faire des prévisions, aider à la prise de décisions...). De nouveaux algorithmes ont été développés ces dernières années que le nombre toujours plus important de données permet de tester. Les infrastructures servant à l'application des algorithmes ont été également sensiblement améliorées.
- ◆ Le calcul des ordinateurs, toujours plus puissant, rend rentable l'investissement en intelligence artificielle.



Les spécialistes évoquent deux types d'intelligence artificielle :

- ◆ L'intelligence artificielle faible ou restreinte est celle que nous connaissons et allons connaître dans les années à venir. Elle est capable de se substituer à l'être humain dans des tâches spécifiques, simples, routinières (qui suivent un ordre procédural bien défini ; le travailleur n'a pas de flexibilité, de possibilité d'adaptation, de possibilité de résolution de problème, pas d'interaction sociale) et complexes si elles sont fondées sur des règles et des normes décidées par des humains. Elle représente, dans sa forme la plus sophistiquée, une aide à la décision. Elle s'applique à ce qui ressort du déjà vu, du déjà connu. L'homme supervise les processus en classifiant les données d'entrée (ceci est une voiture) ou en contrôlant le résultat en sortie. L'intelligence artificielle faible analyse, trie, classe ces masses de données dans un laps de temps très court, mais elle reste dépendante de ce que l'humain lui fournit.



1 <http://www.strategie.gouv.fr/publications/intelligence-artificielle-travail>

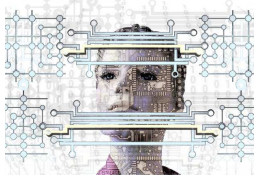
2 https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089_Rapport_Villani_accessible.pdf



- ◆ L'intelligence artificielle forte ou générale serait, en quelque sorte, un double de l'humain. Les machines, dotées de conscience, d'émotions, de sens commun, de libre arbitre, d'empathie, auraient des capacités d'innovation, de création, d'anticipation, d'interaction... L'intelligence artificielle forte n'est prévue, d'après les spécialistes, ni pour demain ni pour après-demain. La « Singularité », théorie qui prédit la supériorité de l'intelligence machine sur l'intelligence humaine aux alentours de 2045, est un mythe d'après Jean-Gabriel Ganascia, chercheur en intelligence artificielle et président du comité d'éthique du CNRS (cf son essai « le Mythe de la Singularité »).

Quelle évolution ? L'intelligence artificielle au fil du temps

Le pont entre biologie et informatique a été lancé, dès les années 40, par deux psychologues nord-américains. Warren McCulloch propose, dans un article, des neurones « artificiels » en les dotant de propriétés mathématiques et Donald Hebb fournit les règles afin que ces neurones apprennent, comme le cerveau, par essais-erreurs.



Mais l'acte de naissance officiel de l'intelligence artificielle remonte à l'année 1956, collège de Dartmouth (États-Unis, New-Hampshire), où des scientifiques de différents domaines se sont réunis à l'initiative de Marvin Minsky (1927-2016) et de John Mc Carthy (1927-2011), pionniers de l'IA et à l'origine de l'expression.

Ce qui devait être l'affaire de quelques années a mis plus de temps que prévu et deux courants se sont bien vite affrontés : partisans d'une intelligence artificielle dite « connexionniste » (réseau de neurones artificiels / Minsky) et tenants d'une intelligence dite « symbolique » (tentative pour reproduire le raisonnement humain [Douglas Engelbart]).

L'histoire de l'IA est émaillée de rebondissements, de coups de frein (notamment des années 1970 à 1990) et d'accélérateur, au gré des succès ou des échecs, des « croyances » en l'un des deux courants, de l'intérêt suscité et donc, des financements.

À partir du milieu des années 2000, les réseaux de neurones artificiels (image pour évoquer des fonctions mathématiques, inspirées du réseau neuronal du cerveau humain) se sont imposés, sous le terme de « deep learning » ou « apprentissage profond », grâce notamment au français Yann LeCun. Il occupe, en 2018, un poste de chercheur en tant que scientifique en chef de l'intelligence artificielle chez Facebook.

Quels domaines d'application sont aujourd'hui privilégiés ?

L'intelligence artificielle est le produit de la recherche de scientifiques de spécialités différentes, physique, neurosciences, psychologie, statistique, mathématiques, informatique..., du monde entier. De ce fait, aucun domaine ne lui échappe. Cinq secteurs – éducation, santé, transports-mobilité, défense/sécurité, agriculture – sont étudiés plus particulièrement dans le rapport de Cédric Villani, mathématicien médaille Fields 2010 et député de l'Essonne. Ce rapport commandité par le Premier ministre en septembre 2017 est intitulé « donner un sens à l'intelligence artificielle, pour une stratégie nationale et européenne »¹.

- ◆ **Secteur de l'éducation.** Dans une société où la formation tout au long de la vie devient la règle, le distinguo entre formation initiale et continue, travail et apprentissage, ne devrait plus avoir cours. L'IA « ouvre de nouvelles opportunités pour former un grand nombre d'individus de manière personnalisée et adaptative »¹. Outre les savoirs fondamentaux et les capacités cognitives transversales, l'enseignement devra doter les élèves de compétences créatives, sociales et situationnelles et recourir à des méthodes d'apprentissage innovantes.

1 https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089_Rapport_Villani_accessible.pdf



- ◆ **Dans le secteur de la santé**, les spécialistes estiment que l'IA est susceptible de provoquer des transformations majeures. Elle pourrait constituer une aide au diagnostic ou à la prescription de médicaments pour de nombreux radiologues, médecins généralistes ou infirmiers, allant jusqu'à la robotisation de nombreux actes médicaux avec la banalisation de robots chirurgicaux. La médecine prédictive pourrait se développer à condition d'avoir un suivi contextualisé et en temps réel des patients avec une sensibilisation concomitante de ceux-ci à la maîtrise de leurs données. L'IA pourrait permettre des campagnes sanitaires plus ciblées et individualisées. Elle pourrait également être un élément de réponse aux déserts médicaux.
- ◆ **Dans le secteur des transports-mobilité**, la maintenance prédictive des équipements, l'amélioration de la circulation et l'optimisation de la logistique constituent des voies de recherche. Le rapport Villani estime qu'« une des applications commerciales majeures de l'IA à grande échelle » est celle des véhicules autonomes qui font l'objet d'une course technologique.
- ◆ **Le domaine de la défense/sécurité** se prête particulièrement bien aux applications dotées d'intelligence artificielle : imagerie (satellites, drones), cybersécurité, renseignements, robotiques... Un des points de vigilance important sera d'étudier l'impact de toute innovation en termes de libertés publiques.
- ◆ **Dans le secteur de l'agriculture**, l'IA doit relever le défi d'une agriculture augmentée, c'est-à-dire une agriculture, depuis la production jusqu'à l'information du consommateur, tout à la fois saine, respectueuse de l'environnement et sans renchérissement excessif de coût. Grâce aux nouvelles technologies à base d'IA (drones, sondes, capteurs, machines autonomes...) une agriculture de précision se développe notamment par l'analyse de la santé des sols, grâce à des bilans énergétiques, à l'épidémiosurveillance, la maintenance des matériels...



Quelles mutations pressenties sur le marché du travail ?

Un rapport, intitulé « Automatisation, numérisation et emploi »¹, a été rendu en France en janvier 2017 par le Conseil d'orientation pour l'emploi, instance d'expertise et de concertation sur l'ensemble des questions de l'emploi, placée auprès du Premier ministre. L'étude, fondée sur une enquête effectuée par la Direction de l'Animation de la Recherche, des Études et des Statistiques (DARES) sur les conditions de travail de salariés résidant en France métropolitaine en 2013 (25 000 travailleurs), montre que :

- ◆ « moins de 10 % des emplois existants présentent un cumul de vulnérabilités susceptibles de menacer leur existence dans un contexte d'automatisation et de numérisation ;
- ◆ mais la moitié des emplois existants est susceptible d'évoluer, dans leur contenu, de façon significative à très importante ;
- ◆ le progrès technologique continuerait à favoriser plutôt l'emploi qualifié à très qualifié et les métiers connaîtraient, dans leur ensemble, une complexification accrue ».

Le Conseil d'orientation entrevoit par ailleurs un réel potentiel de création d'emplois, mais dont l'ampleur est difficile à quantifier car certains de ces métiers sont encore à inventer.

On peut, par exemple, évoquer tous les métiers pour superviser l'IA, concevoir, fabriquer, maintenir les outils technologiques (spécialistes en données, programmeurs, gestionnaires de robots, courtiers en données...) ou tous les métiers d'expertise de l'environnement robotique (experts techniques, juridiques, économiques, éthiques à même de répondre aux questions que pose le recours à des outils à base d'IA).



¹ http://www.coe.gouv.fr/Detail-Nouveaute.html%3Fid_article=1347.html



Toutefois, l'importance de ces mutations dépend, très fortement, du degré d'acceptation sociale de l'IA et de facilitation du contexte institutionnel et réglementaire, des choix opérés par les acteurs économiques, notamment en fonction de la rentabilité (cas où le remplacement de l'homme par la machine est possible mais non rentable), du niveau d'emplois créés ou des évolutions technologiques à venir (les capacités humaines qui aujourd'hui ne sont pas absorbables par l'IA, au sens large, ne le seront-elles pas demain ? La frontière entre tâches routinières, facilement automatisables, et non routinières, plus difficilement automatisables, est de plus en plus poreuse).

Quelles implications pour les services de ressources humaines ?

Même si le niveau d'incertitude sur le volume d'emplois créés, transformés ou détruits, reste élevé, on perçoit que les incidences de l'évolution technologique sur la nature du travail seront d'une telle ampleur que les services des ressources humaines seront très fortement impliqués.

L'accompagnement des salariés devra se développer pour faire monter en compétences, de façon ponctuelle les salariés concernés par des tâches automatisées et l'ensemble des salariés de façon régulière. Il s'agira, en effet, d'une part d'assurer une acculturation à l'intelligence artificielle, un niveau suffisant de culture numérique et une complémentarité efficiente, mais non aliénante, avec des machines ou des programmes informatiques chaque jour plus performants, et, d'autre part, de permettre aux salariés d'avoir, en permanence, une plus-value par rapport à la technologie.



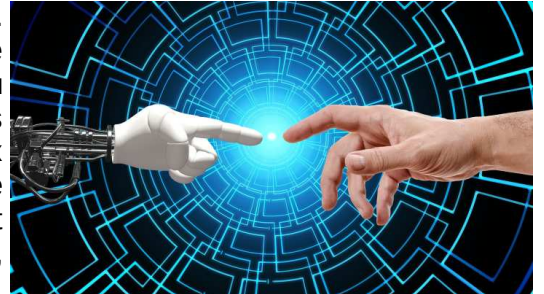
La professionnalisation devra porter, plus particulièrement, outre sur des compétences professionnelles nouvelles, notamment dans le domaine des technologies, sur le développement des compétences qui échappent à l'IA : capacités cognitives transversales (travail en mode projet...), capacités analytiques (organisation, planification, résolution de problèmes...) et interactives/sociales/relationnelles/situationnelles (travail en équipe, persuasion, négociation, leadership, autonomie...), capacités créatives et capacités de précision relatives à la perception et à la manipulation (dextérité manuelle par exemple).

Pour doter les salariés de compétences de ce type, des formations dans des labs par l'expérimentation, le tâtonnement, l'échange de pratiques, le partage d'approches novatrices pourraient être une voie complémentaire à la formation traditionnelle. Il est probable que les professionnels de la formation devront s'associer à des professionnels d'autres disciplines pour concevoir des formations plus axées sur le développement personnel que sur l'apprentissage d'un métier.

Il faudra, peut-être, repenser l'encadrement des conditions de travail pour faciliter une complémentarité humains-machines qui ne soit pas aliénante mais « capacitante » pour les premiers. Pour ce faire, les organisations éviteront que le contenu du travail soit trop fragmenté par des tâches multiples et non coordonnées, que des salariés se retrouvent isolés, commandés par des automates (cas aujourd'hui des travailleurs des entrepôts de logistique de la grande distribution), privés du contrôle sur les processus ou sur les décisions. L'introduction de plus de souplesse, d'horizontalité et la facilitation de l'innovation et de la créativité permettraient, probablement, d'attirer des collaborateurs agiles et « intrapreneuriaux ».



La fonction RH elle-même connaît déjà des mutations qui iront en s'amplifiant. Le recrutement est un exemple de ces nouveaux usages. Des applications permettent de compiler, en quelques secondes, l'ensemble des références laissées par un candidat sur le net ou d'effectuer plus rapidement des recrutements par l'étude des candidatures via des algorithmes. Des outils d'analyse servent à évaluer le niveau d'adaptabilité d'un candidat à une fonction (il s'agit du « matching » ou comparaison entre les résultats obtenus à une série de tests portant sur les compétences et le comportement avec ceux obtenus par les salariés les plus performants d'une organisation), voire le niveau d'affinité entre les candidats et leurs futurs managers. D'autres applications permettent d'avoir, par exemple, un baromètre du climat social...



Les services RH devront se doter de compétences générales en technologie numérique pour pouvoir identifier les tâches ou fonctions automatisables et donc appelées à disparaître, pour assurer la recomposition des métiers significativement transformés par l'intégration de l'IA et anticiper les métiers/fonctions/tâches émergent(e)s. Un nouveau « rôle » semble émerger, celui de « spécialiste en gestion de ressources humaines et développement organisationnel »

Quels points de vigilance ?

- ◆ Si l'intelligence artificielle peut supprimer des biais dus au fonctionnement du cerveau humain, il faut identifier et supprimer les biais possibles existants dans les données recueillies. « Il faut éviter que les biais de la société ne se reflètent dans les décisions prises par les machines », écrit, à ce sujet, Yann LeCun. Ainsi, une expérience a montré qu'une IA de reconnaissance d'images exclusivement « nourrie » avec des photos macabres n'interprétait que dans ce sens de simples illustrations de taches d'encre¹.
- ◆ Les données doivent être renouvelées en permanence, particulièrement dans les domaines en forte évolution.
- ◆ Il faut éviter toute monopolisation de l'accès aux données et de leur circulation en élaborant une politique de la donnée.
- ◆ Quelles protections pour les données à caractère personnel ? Le règlement général sur la protection des données (RGPD), constitue le texte européen de référence en matière de protection des données à caractère personnel. Il est applicable dans les 28 États membres depuis le 25 mai 2018.
- ◆ Comment assurer un contrôle démocratique des algorithmes ? Comment veiller à leur loyauté, ce qui revient à ouvrir la « boîte noire » en disant ce que l'algorithme fait tout en protégeant les secrets industriels ? Comment surveiller des programmes qui apprennent au fur et à mesure de leur utilisation ce qui obligerait à passer d'une évaluation initiale à une évaluation en continu ? Comment motiver des décisions prises par un algorithme alors même que les spécialistes ne parviennent pas à reconstituer la multitude de calculs aboutissant à la décision ?

¹ https://www.lemonde.fr/pixels/article/2018/06/08/norman-l-intelligence-artificielle-macabre-qui-voit-le-monde-en-noir_5311990_4408996.html



- ◆ En cas de problème, qui est responsable ? Le cas de voitures entièrement autonomes est un modèle du genre. À qui imputer la responsabilité d'un éventuel accident causé par le véhicule ? Au constructeur, au producteur de pièces, au programmeur, au fournisseur de données, au vendeur, à l'utilisateur, au propriétaire ?

Les humains vont décider de la place de l'intelligence artificielle dans notre monde. Dans le monde du travail, ce choix de positionnement du curseur (plus ou moins d'IA) et l'analyse de son impact, en termes de nombre d'emplois, de contenu du travail, de pratiques professionnelles, de conditions de travail et de relations humaines internes et externes sont probablement un enjeu fort pour les organisations.

Cathy Bousquet

Vous souhaitez parler la langue de l'intelligence artificielle ?

<https://www.journaldunet.com/solutions/dsi/1190593-le-vocabulaire-pour-comprendre-l-intelligence-artificielle/>



Autres ressources

- ▶ « IA : intelligence ou artifice ? » – Revue Personnel, mensuel n° 583 – nov-déc. 2017.
- ▶ « Intelligence artificielle, promesses et périls » – Le Monde 31 déc 2017, 1^{er} et 2 janvier 2018.

CMVRH-CEDIP

520, allée Henri II de Montmorency
CS 69007
34064 MONTPELLIER

Tél. : 04 34 46 64 01
Fax : 04 34 46 64 09

www.cedip.developpement-durable.gouv.fr