



Recherche prospective soutenue par la
convention-cadre entre le Gouvernement wallon
et l'Institut Destrée

6. L'intelligence artificielle : vers un nouveau paradigme de société ?

Didier Paquot

Namur, le 26 avril 2021

1. Définition de l'intelligence artificielle (IA) et son évolution

L'intelligence artificielle consiste à mettre en œuvre un certain nombre de techniques (base de données, algorithmes, puissance informatique) visant à permettre aux machines de « performer » ou « simuler » une partie de l'Intelligence humaine, c'est-à-dire, par exemple, la capacité de raisonner, de planifier ou de faire preuve de créativité ¹. L'IA permet à des systèmes techniques de percevoir leur environnement, gérer ces perceptions, résoudre des problèmes, prendre des décisions et entreprendre des actions pour atteindre un but précis ². L'IA va même un pas plus loin. Les systèmes qui en sont dotés sont capables d'adapter plus ou moins leurs comportements en analysant les effets produits par leurs actions précédentes, travaillant de manière autonome ³.

La notion d'intelligence artificielle apparaît pour la première fois dans un article d'Alan Turing « *computing Machinery and intelligence* » paru en 1950. Y est décrit ce qui deviendra le « *Test de Turing* », c'est-à-dire qu'une machine est considérée comme intelligente quand un sujet qui interagit à l'aveugle ne sait pas distinguer s'il a en face de lui un humain ou une machine ⁴.

On distingue deux grandes catégories d'IA :

1. La « *Narrow AI* » or « *Weak AI* », une IA qui intervient dans un contexte limité, concentrée sur une tâche unique. C'est l'IA que nous connaissons actuellement.

A l'intérieur de la « *Narrow IA* », on trouve deux types de machines :

- *Machine learning* : des machines, à partir d'un très grand nombre de données et des techniques statistiques, « apprennent » à réaliser une tâche.
- *Deep learning* : type de machines qui repose sur une architecture inspirée de réseaux neuronaux biologiques, donnant une énorme puissance à ces machines,

¹ <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-intelligence-artificielle-555/>

<https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation>

² <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation>

³ <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation>

⁴ Alain TURING, *Computing machinery and intelligence*, *Mind*, Octobre 1950, vol. 59, n°236. - Yann LE CUN, *Quand la machine apprend, La révolution des neurones artificiels et de l'apprentissage profond*, p. 23, Paris, Odile Jacob, 2019.

capables d'apprendre par elles-mêmes sans une aide extérieure ou une programmation explicite.

Le tableau suivant reprend les principales différences entre les deux systèmes ⁵ :

	Machine Learning	Deep Learning
Organisation des données	Données structurées	Données non structurées
Base de données	Contrôlable	> 1 million de données
Entraînement	Entraînement par l'humain nécessaire	Système d'apprentissage autonome
Algorithme	Algorithme modifiable	Réseau neuronal d'algorithmes
Champ d'application	Actions simples de routine	Tâches complexes

2. L' « *Artificial General Intelligence (AGI)* » ou « strong AI » , est l'IA de la science-fiction, mais sur laquelle de nombreuses équipes travaillent à travers le monde. C'est une machine qui serait dotée d'une intelligence générale qui, comme un être humain, pourrait appliquer cette intelligence pour résoudre n'importe quel problème ⁶. La mise au point de machines de plus en plus intelligentes irait s'accroissant, les machines devenant capables de créer, sans le concours humain, d'autres machines que l'esprit humain n'aurait pu concevoir. La machine intelligente, en s'améliorant elle-même, améliore l'intelligence qui réalise cette amélioration. Cette accélération qui échapperait en quelque sorte au contrôle humain est appelée dans la littérature, tant scientifique que de science-fiction, « explosion de l'intelligence » (« *intelligence explosion* ») qui conduirait à la « singularité technologique », c'est-à-dire un monde où des machines ultra-intelligentes dépasseraient de loin toutes les activités intellectuelles de n'importe quel être humain. L'être humain ne serait plus la créature la plus intelligente de la planète.

Luke Muehlhauser, directeur du Machine Intelligence Research Institute, et Anna Salamon, directrice du Future of Life Institute, estiment, dans un chapitre d'un livre collectif ⁷, qu'il existe une probabilité substantielle qu'une IA de niveau humain soit créée avant 2100. Si ce scénario devient réalité, il existe une bonne probabilité qu'une IA largement « super humaine » suivra via une « explosion de l'intelligence ». Tout l'enjeu résidera dans le contrôle ou non de cette explosion de l'intelligence. Cette perspective, qui ressemble à un scénario de science-fiction, est écartée vigoureusement par de très nombreux scientifiques. Mais elle n'est pourtant pas tout à fait irréaliste, quand on mesure le progrès réalisé jusqu'ici par l'IA. Du moins ce scénario nous aide-t-il à préparer des réponses pour le temps où les machines pourraient acquérir de plus en plus d'autonomie et de plus en plus d'influences sur notre vie quotidienne et nos prises de décisions.

⁵ <https://www.ionos.fr/digitalguide/web-marketing/search-engine-marketing/deep-learning-vs-machine-learning/>

⁶ <https://builtin.com/artificial-intelligence>

⁷ Muehlhauser, Luke, Salamon, Anna, "Intelligence explosion: Evidence and Import" in "Singularity Hypotheses: A Scientific and Philosophical Assessment", edited by Ammon Eden and al, Springer, Berlin, 2012. Chapitre publié sur le site du MIRI (Machine Intelligence research Institute).

Les machines sont en effet déjà capables d'apprendre de leur propre comportement notamment de leurs erreurs, et de le modifier en conséquence, enlevant une partie de son contrôle à l'opérateur humain. Grâce à cette autonomie, les machines d'IA deviennent des « boîtes noires », c'est-à-dire que celui ou celle qui les « programme » ne sait pas sur quelle base la machine a pris telle ou telle décision. Par exemple, des machines suggèrent des diagnostics médicaux, sans que l'on puisse connaître le raisonnement qu'elles ont suivi pour aboutir à ce résultat, lequel s'avère, pour certaines pathologies, plus fiable qu'un diagnostic posé par un médecin. On appréhende sans peine les questions morales et éthiques que ces machines posent, et qui seront traitées dans la section III portant sur les « Questions éthiques ».

2. Les applications/implications actuelles et futures de l'IA

2.1. Introduction : vue d'ensemble

Tous les aspects de notre vie, autant professionnelle que privée, devraient être influencés par l'IA. Pour le meilleur et pour le pire. Pour le meilleur, l'IA pourrait aider à réduire les maladies endémiques, la pauvreté mondiale, améliorer de manière substantielle les soins de santé, par la prévention des maladies, de meilleurs diagnostics, de meilleurs traitements. L'IA pourrait aider à réduire les congestions de trafic, les accidents de transport, améliorer les moyens de déplacement, permettre de meilleures formations, réduire les consommations énergétiques.

Mais pour le pire, l'IA pourrait permettre aux autorités de suivre en temps réel le moindre de nos gestes et mouvements, par la reconnaissance faciale ou d'autres techniques. Elle pourrait aussi réduire les contacts humains en les remplaçant par des interactions avec la machine, nous obligeant à subir des décisions (par exemple de justice) prises par les machines sans que des justifications puissent nous être données. En outre, des inégalités importantes pourraient voir le jour entre ceux et celles qui pourront s'offrir une humanité « augmentée » et les autres.

Si toutes ces applications/implications devaient modifier en profondeur, mais progressivement, le quotidien de chacun d'entre nous, l'impact de l'IA sur le travail humain, sur l'emploi, sur la notion même de travail, est peut-être un de ceux qui vont le plus bouleverser nos vies. Il n'est en effet pas insensé d'envisager qu'à terme tous les emplois, de quelque secteur que ce soit, à quelque endroit de la planète, puissent être affectés d'une manière ou d'une autre par l'IA.

2.2. Les applications/ implications sur l'emploi

Sur base de l'infinité des applications de l'IA, on peut, sans paraître ridicule ou fantaisiste, imaginer un monde où tous les métiers seront avantageusement remplacés par des machines IA. Le travail, tel que nous le connaissons, disparaîtrait. Ne subsisteraient que des métiers de supervision et de conception des machines IA. Et encore ! nombre de machines pourront être imaginées et réalisées par leurs consœurs. L'être humain serait libéré de l'obligation du travail, chacun et chacune vaquant à ses occupations de prédilection. Dans des scénarios plus sombres, seul un petit nombre bénéficierait d'un emploi « productif » et très rémunérateur, tandis que la multitude devrait se contenter d'être mal payée dans des emplois au service des privilégiés. Qui serait propriétaire des robots, le secteur privé ou l'État ? Qui distribuerait les revenus, ce même État ou les puissances privées qui feraient l'aumône à la population pour qu'elle puisse acheter les biens produits par leurs robots ? Ce serait un monde où le revenu serait dissocié du travail, fermant la parenthèse au système salarial longtemps en vigueur dans l'histoire de l'humanité.

Pour tempérer les enthousiasmes ou les craintes, on se souviendra que ce n'est pas la première fois que la fin du travail est annoncée. En 1930, l'économiste John Maynard Keynes, dans son célèbre article traduit en français sous le titre « lettre à nos petits-enfants »⁸, imaginait que, grâce aux énormes gains de productivité réalisés par le progrès technique, nous ne travaillerions plus que 3 heures par jour ou 15 heures par semaine, à un horizon de 100 ans. De même, dans les années 1970, le collectif d'auteurs intitulé "Adret" avait publié un livre qui s'intitulait « travailler deux heures par jour »⁹. Cette thèse avait connu un certain succès à l'époque. Elle était basée sur la même idée que Keynes, à savoir que si nous ne faisons pas exploser nos besoins au rythme des gains de productivité, on pourrait réduire substantiellement le temps de travail. Quant au sociologue Herbert Marcuse, il avait vu dans l'automation complète un catalyseur de la société industrielle, une révolution de la société et une nouvelle civilisation où le temps libre aurait pu constituer l'existence privée et sociale, un nouveau bien-être¹⁰.

Près d'un siècle après l'article de Keynes et 40 ans après le livre d'Adret, force est de constater que nos sociétés ont préféré l'accumulation des biens et services plutôt qu'une réduction substantielle du temps de travail. Et rien ne permet de supposer qu'il en sera différent quand il s'agira de concrétiser les gains de productivité permis par l'IA.

Même si, comme le rapporte, la scientifique et rédactrice adjointe de la revue du CNRS, Charline Zeitoun¹¹, « *il y a, selon les 352 experts en IA interrogés par une équipe d'Oxford, 50 % de chance que l'IA soit plus performante que nous en toutes tâches dans quarante-cinq ans en moyenne, et automatise tous les métiers dans cent vingt ans* », rien n'est moins sûr que le temps de travail diminue substantiellement. À la condition que d'autres emplois soient créés pour remplacer ceux supprimés par l'adoption de l'IA. Là est la crainte dans certains scénarios que l'IA crée une masse de désœuvrés à la recherche d'emplois misérables, comme parfois, dans les villes, lors de la transition entre l'agriculture et l'industrie au 19^e siècle.

Cette crainte n'est pas neuve, car le processus n'est pas neuf. Depuis la naissance du capitalisme technique et puis technologique, les machines remplacent la force humaine. Nul n'est besoin de rappeler les révoltes des Canuts dans les années 1830 où les ouvriers textiles de Lyon détruisaient les métiers à tisser qui les remplaçaient. L'automation de l'industrie s'est accélérée au sortir de la Deuxième Guerre mondiale, sous l'effet de la concurrence mondiale grandissante, mais sans trop de dommages sociaux parce que l'emploi, au lieu de disparaître, se déplaçait vers d'autres secteurs, d'autres fonctions, d'autres compétences. Les transitions individuelles pouvaient s'avérer des drames, mais, globalement, le nombre d'emplois a continué à croître et le chômage à rester faible.

Ce sont d'autres facteurs que l'automation qui ont amené les montées du chômage dans les années 1980. Même plus, les économies qui ont le mieux et le plus vite résolu leur problème d'emplois sont celles qui ont incorporé plus systématiquement les progrès techniques, dont les nouvelles générations de robots. Même à un niveau sectoriel, on recense des gains d'emplois. Charline Zeitoun¹² cite le cas du secteur automobile allemand qui a gagné 100.000 emplois en vingt ans, alors qu'il s'est, dans le même temps, fortement automatisé.

Le passé se veut donc rassurant : le progrès technique n'a, dans l'histoire économique, pas tué l'emploi, du moins globalement, les phases de transition pouvant être douloureuses à

⁸ John Maynard KEYNES, *Lettre à nos petits-enfants*, éditions Les liens qui nous libèrent, 2017

⁹ Adret, *Travailler deux heures par jour*, Paris, Seuil, 1977.

¹⁰ Herbert MARCUSE, *Dynamismes de la société industrielle* in *Annales. Économies, sociétés, civilisations*. 18^e année, N. 5, 1963. pp. 906-932, p. 919. - *L'homme unidimensionnel*, 1964, Paris, Éditions de Minuit, 1968.

¹¹ ZEITOUN. C., *A l'usine, au bureau, tous remplacés par des robots*, *Carnets de la Science*, N°3, <https://lejournel.cnrs.fr/articles/a-lusine-au-bureau-tous-remplaces-par-des-robots>

¹² *Ibidem*

titre individuel ou pour certaines collectivités. L'automatisation peut aussi être vue comme un progrès du bien-être collectif puisque les robots et automates exécutent des tâches lourdes, pénibles, répétitives que les êtres humains n'ont plus à remplir, ce qui leur permet d'exercer des métiers moins éprouvants.

Pourquoi n'en serait-il pas ainsi à l'occasion de l'incorporation croissante de l'IA ? Quelques arguments peuvent tempérer cet optimisme. Contrairement à l'automatisation, qui se limitait pour l'essentiel à l'industrie, l'IA va toucher tous les secteurs, tous les métiers, toutes les professions. Bien sûr, dans un premier temps, c'est encore dans l'industrie manufacturière que l'IA va remplacer des emplois routiniers, mais doit-on voir ce remplacement comme une régression au vu de la piètre qualité de ces emplois ? Ce ne sont cependant pas les seules tâches répétitives et peu qualifiées qui seront remplacées par des machines. Même des métiers « intellectuels », comme traduire, diagnostiquer, éduquer et former, conduire, faire de la recherche scientifique pourraient à terme être remplacés par des machines IA. Dans les secteurs de la médecine, des assurances, des banques ou juridiques, nombre de fonctions pourraient être remplacées à terme par des machines. Et même s'ils ne sont pas remplacés, beaucoup d'emplois vont être profondément modifiés par l'usage de l'IA qui deviendra un support complémentaire pour un grand nombre de tâches. Même des services aux personnes, comme infirmiers, pourraient être remplacés ou secondés par des robots intelligents.

Voilà ce qui différencierait cette nouvelle vague d'automatisation par rapport à celles connues depuis le 19^e siècle : tous les métiers seraient touchés. Auparavant, on pouvait opérer des transferts d'emplois d'un secteur très impacté par l'automatisation à d'autres qui réclamaient une activité humaine, ce glissement ne pourrait se faire cette fois, dès lors que tous les secteurs, y compris celui des services, verraient leur nombre d'emplois réduit par des applications IA. Le neurologue et cybernéticien américain Warren S. Mc Culloch (1898-1969) n'avait-il pas annoncé en 1948 qu'une révolution intellectuelle s'ouvrait avec de plus gros et meilleurs robots : *l'ancienne révolution remplaçait les muscles par des moteurs et était limitée par la loi de la conservation de l'énergie - ou de la masse-énergie. La nouvelle révolution nous menace, les penseurs, d'un chômage technologique, car elle remplacera les cerveaux par des machines limitées par la loi selon laquelle l'entropie ne diminue jamais*¹³.

À cette proposition quasi malthusienne, on rétorque que les nouveaux besoins des êtres humains sont encore inconnus ou que beaucoup, notamment, dans le service aux personnes, restent à satisfaire, et que dès lors, les emplois supprimés seront remplacés par d'autres dans des secteurs encore inexplorés. L'histoire économique leur donne raison, mais jusque quand ?

Il circule beaucoup de projections de prévisions, de scénarios sur l'impact de l'IA sur les métiers et l'emploi, qui vont des plus catastrophiques aux plus rassurants. Ces exercices sont difficilement comparables, car ils se basent sur des hypothèses différentes, notamment les fonctions et métiers envisagés.

La première projection qui a fait grand bruit est celle des professeurs à l'Université d'Oxford Carl B. Frey et Michael Osborne (2013, 2017)¹⁴ qui, examinant l'évolution de 702 fonctions, estimaient que 47% des emplois américains pourraient faire l'objet de « computerisation », en raison de l'automatisation de nombreux métiers non routiniers et d'emplois dans des secteurs comme les services, le commerce et la construction.

¹³ Warren Sturgis Mc CULLOCH, (1898-1969) *Why the Mind is in the Head ?* Delivered at the Hixon Symposium, California Institute of Technology, September 1948, in *Psychiques*, 15, 9, p. 192-205, 1950. <https://www.jstor.org/stable/42963959?seq=1>

¹⁴ Carl Benedikt FREY & Michael OSBORNE. M., *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation*, Oxford Martin Programme, sept 2013, actualisé en janvier 2017.

Selon l'OCDE (mars 2018)¹⁵, 14% des emplois dans les pays de l'OCDE sont fortement automatisables, mais 32% des emplois pourraient faire face à des changements substantiels (nouvelles qualifications, nouveaux postes de travail, nouveaux contenus des tâches...). Au total donc, près d'un emploi sur deux sera touché par l'automatisation.

Pour le compte de la Commission européenne¹⁶, le McKinsey Global Institute (MGI) a fait tourner son modèle d'impact de l'automatisation et de l'IA sur l'emploi dans 46 pays, se basant sur 800 fonctions, 2000 activités de travail et 18 « capacités » de performance. Selon les résultats de ce modèle, seulement moins de 5% des fonctions consistent en des activités tout à fait automatisables. Par contre, dans environ 60% des fonctions, au moins 30% des activités sont automatisables. Cela signifie, selon le rapport de la Commission, qu'il peut y avoir une mutation dans la composition des activités à l'intérieur des emplois actuels, conduisant à des pertes partielles d'emplois.

Mais, en réalité, a-t-on vraiment les instruments pour mesurer de tels impacts ? N'est-ce pas là pures conjectures ? C'est ce qu'argumente un article collectif de treize auteurs, publié dans la revue PNAS¹⁷. Pour ces auteurs, il est, à l'heure actuelle, très difficile de quantifier l'impact de l'IA sur le travail, au-delà des généralités sur le potentiel de l'IA à déstabiliser le marché du travail. Selon cet article, trois barrières principales empêchent les scientifiques de mesurer les effets de l'IA et de l'automatisation sur le travail. D'abord le manque de données de haute qualité sur la nature des emplois (par exemple la dynamique des exigences des professions), le manque de modèles empiriques sur les processus-clés à un niveau micro (par exemple les substitutions des compétences ou les complémentarités machine-humain), et enfin la compréhension insuffisante de la manière dont les technologies cognitives interagissent avec des dynamiques économiques plus larges et avec les mécanismes institutionnels (par exemple les migrations urbaines ou les politiques de commerce international). Pour les auteurs, ces barrières peuvent être levées par des améliorations dans la résolution spatiale et longitudinale des données et par des affinements des données sur les compétences dans le milieu du travail. Mais les auteurs concluent que l'incertitude fondamentale des prévisions sur les changements technologiques devrait conduire à développer des cadres de décision qui se concentrent sur la résilience face à des scénarios inattendus, plutôt que de se baser sur des scénarios chiffrés, mais très fragiles.

Ce qui est dans tous les cas certain, c'est que le développement de l'IA va bouleverser les contenus des fonctions, métiers, emplois. L'enseignement, les formations continues et professionnelles vont devoir faire preuve d'une grande capacité d'adaptation, de réaction, mais aussi d'anticipation. De nombreux métiers qui seront nécessaires dans les 10 ou 15 prochaines années n'existent pas encore, l'enseignement doit donc plus que jamais s'ouvrir au monde professionnel pour en capter les tendances et offrir les formations appropriées. Déjà, le monde industriel manque de nombreuses qualifications, comme des spécialistes des données, codeurs, ingénieurs, développeurs de plateformes, etc. Plus que jamais, les investissements réalisés dans l'enseignement pour améliorer sa qualité, sa souplesse et son efficacité seront décisifs pour répondre aux défis de l'IA.

Il existe aussi un vrai risque d'une accentuation de la dualité du marché du travail que l'on observe déjà maintenant. D'un côté des emplois très qualifiés, spécialisés et très bien payés, de l'autre des emplois dans le secteur de la petite manufacture, essentiellement locale, des services, et particulièrement des services aux personnes, précaires et mal payés.

¹⁵ OECD, *Putting faces to the jobs at risk of automation*, policy brief, March 2018.

¹⁶ European Commission, *Artificial Intelligence) critical industrial applications*, November 2019

¹⁷ FRANK. M.R., AUTOR. D. et al, *Towards understanding the impact of artificial intelligence on labor*, PNAS, vol. 116, N°14, April 2, 2019.

C'est la crainte qui conclut les travaux de la MIT Task Force on the Work of the Future¹⁸, chargée de mieux comprendre les relations entre les technologies émergentes et le travail. La première conclusion de ce rapport est intéressante, car elle dédramatise un peu le problème : les progrès technologiques ne s'implantent pas avec la vitesse attendue ou prévue, et ne causent pas des dégâts brutaux et massifs sur les emplois. Tout se fait progressivement, comme cela a toujours été le cas dans l'histoire économique.

Cependant, comme la synthèse de l'étude du MIT le souligne : « *si les recherches ne confirment pas la vision dystopique des robots chassant les travailleurs des planchers des usines ou de l'intelligence artificielle rendant superflue l'expertise ou le jugement humain, elles ont néanmoins mis à jour une réalité pernicieuse, à savoir que les bénéfices de l'automatisation étaient très inégalement répartis entre les travailleurs, conduisant à des salaires bas, et des faibles taux de participation de la population* ». Ce constat est du moins vrai pour les États-Unis, mais l'article souligne que les marchés du travail de nombreux pays industrialisés ont mieux réagi. En Europe par exemple, la césure est nette entre les pays du Nord (surtout les pays scandinaves) et les pays du Sud, y compris la France et des régions comme la Wallonie.

L'enjeu pour les auteurs de l'étude est donc « d'améliorer les opportunités sur le marché du travail afin de rencontrer, d'accompagner et d'orienter les innovations technologiques. Ce défi demande d'innover sur le marché du travail en modernisant les lois, les politiques, les normes, les organisations, et les entreprises qui dictent les règles du jeu ».

3. Les applications/implications sectorielles

Comme il a déjà été souligné, les applications/implications présentes et possibles de l'IA sont larges, importantes, voire déterminantes dans presque tous les secteurs de la vie économique et dans tous les compartiments de la vie privée. Les rassembler toutes dans un document clair est la force d'une étude conduite par le consultant « Atawa » pour le compte de différents organismes publics français dont le PIPAM, le Pôle interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations économiques. L'étude s'intitule « Prospective – Intelligence artificielle – État de l'art et perspectives pour la France. »¹⁹

Dans une première partie, le rapport très fouillé et très complet fait d'abord un état de l'art technologique de l'IA, une partie technique, mais très didactique. L'étude s'attache ensuite à une analyse « macroscopique » sectorielle pour un certain nombre de secteurs particulièrement et potentiellement impactés par l'IA. Pour chaque secteur sont présentés les besoins et usages, présents et futurs de l'IA, une analyse opportunités/risques-menaces, ainsi que l'offre des entreprises IA susceptibles d'aider les entreprises de ce secteur à développer l'IA. Enfin, chaque section propose un scénario stratégique de développement de l'IA dans le secteur.

Par recoupement de différents classements opérés par d'autres consultants importants dans le monde, le rapport retient les 15 secteurs supposés être les plus impactés par l'IA. Le classement est présenté dans le tableau suivant.

¹⁸ AUTOR. D., MINDELL D., REYNOLDS E., *The work of the future: building better jobs in an age of intelligent machines*, MIT, November 17 2020.

¹⁹ CGET, TECH'IN, DGE, PIPAME, *Prospective - intelligence artificielle - État de l'art et perspectives pour la France, rapport final*, Etudes économiques, Ministère de la cohésion des territoires, Ministère de l'économie et des finances, février 2019

Secteur	Total	Classement sectoriel
Télécommunications et technologies	63.8	1
Santé	57.2	2
Services financiers	45	3
Industries manufacturières dont automobile	40	4
Commerce de détail et distribution	26.4	5
Transport et mobilité	16.8	6
Education et recherche	15	7
Sécurité	12	8
Agriculture	11.4	9
Loisirs et média	11.4	10
Services juridiques	10.8	11
Utilities dont énergie	9.4	12
Gouvernement	8.4	13
Environnement	4.8	14
Professions libérales et services professionnels	3.6	15

Tableau 17 - Classement sectoriel international en IA

Ensuite, l'étude établit un classement spécifique pour la France des mêmes 15 secteurs, qui diffère sensiblement du classement international. Les quatre secteurs les plus impactés – Santé, industrie, Transport et mobilité, Énergie et environnement – font l'objet d'une analyse sectorielle approfondie, tandis que 9 autres secteurs sont traités de manière plus synthétique.

Il n'est pas concevable de reproduire ici, même schématiquement, l'analyse de tous les secteurs effectuée par le rapport "PIPAM"²⁰. Les applications dans certains domaines sont bien connues, comme dans l'industrie avec l'arrivée des robots intelligents et l'internet des objets, ou dans la sécurité, avec la reconnaissance visuelle, l'identification morphologique, la détection d'intrusion, la biométrie.

En agriculture, l'IA, par l'analyse des données, avertit des risques météo ou des maladies des cultures, tandis que la robotique agricole est en voie d'opérer des ensemencements et récoltes autonomes, ainsi que le soin des cultures et élevages.

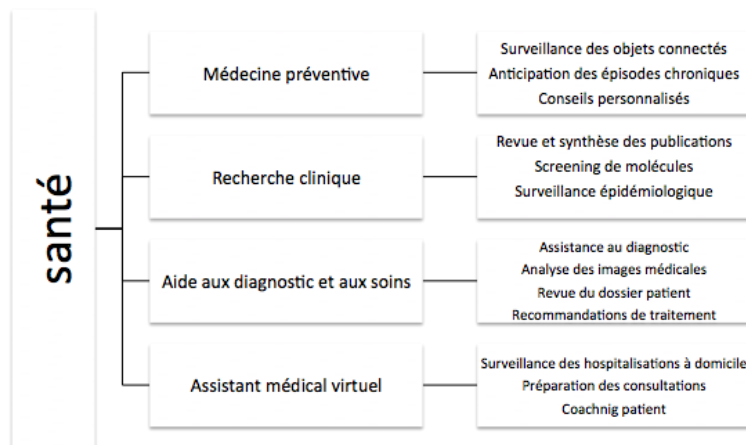
Dans les services financiers, on sait déjà comment les ordres automatiques ont accentué certaines crises financières. Tout un chacun observe dans sa relation avec les banques, les avancées de l'IA, qui remplace même le jugement humain pour l'octroi de crédits.

Même dans des domaines où l'apport du jugement humain semble incontournable, l'IA va pouvoir progressivement lui venir en aide ou tout simplement le remplacer, comme dans le secteur médical ou juridique.

Le secteur de la santé

Le graphique ci-dessous reprend les principales applications de l'IA dans la santé, qui peuvent aller jusqu'à remplacer le médecin dans le diagnostic ou la prescription, et même le chirurgien pour certaines opérations.

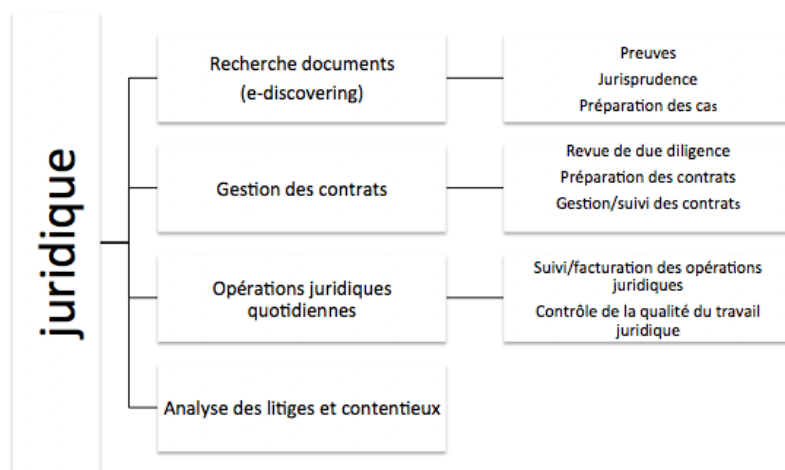
²⁰ *Ibidem*



Le domaine juridique

Dans un domaine aussi serviciel que la justice, l'IA peut effectuer bon nombre de tâches et remplacer l'être humain, y compris pour des prestations juridiques, jusqu'ici remplies par les avocats. L'étude "PIPAM" ne s'y aventure pas, mais certains évoquent même le remplacement des juges pour élaborer des verdicts plus "objectifs", c'est-à-dire reposant sur une très large jurisprudence et moins sujets aux émotions humaines (on a par exemple plus de risques d'une peine plus lourde si on est jugé en fin de matinée, juste avant la pause de midi qu'en début de journée).

Le graphique ci-dessous reprend les principales applications de l'IA au monde juridique.



4. Les Implications de l'IA dans la sphère privée

L'IA va bouleverser la plupart des sphères professionnelles et donc la vie de tous les actifs, qu'ils soient salariés ou indépendants, mais elle va aussi influencer nos vies privées et personnelles via différents canaux :

- **l'emploi.** Comme développé dans une section précédente, beaucoup d'emplois pénibles ou répétitifs vont être supprimés, ce qui doit être considéré comme un

progrès. Pourvu que d'autres emplois, stables et rémunérateurs, soient créés en parallèle. C'est tout l'enjeu et une très grande inconnue. L'enseignement et la formation joueront un rôle essentiel dans ce contexte.

- **l'offre de services.** L'offre de services va être plus abondante, et plus performante, depuis le commerce de détail jusqu'aux soins médicaux, en passant par les services juridiques, financiers ou les services publics. La qualité de vie devrait être améliorée, les gains de temps seront importants, les déficiences ou erreurs réduites au minimum. Mais chacun sera de plus en plus confronté, dans la vie quotidienne, à des machines plutôt qu'à des êtres humains, que ce soit dans les relations avec les administrations ou les organismes publics, dans les hôpitaux, les banques, etc. L'enjeu sera de déterminer quelle médiation humaine on conserve, ou on oblige à conserver dans ces services automatisés. En outre, la gestion des contestations, réclamations, insatisfactions à l'égard des services et décisions prises par des machines demandera de nouvelles législations, où l'éthique aura une part importante.
- **la surveillance.** Les capacités de surveillance à l'aide de l'IA seront précieuses dans de nombreuses circonstances : gestion du trafic urbain, prévention de la délinquance, prévention des incendies, urgences médicales, etc. Mais nul besoin d'expliquer que cette capacité de surveiller les moindres faits et gestes de chaque citoyen pourrait être utilisée à mauvais escient. Par exemple, le « système de crédit social » chinois ²¹ fait froid dans le dos. Chaque citoyen chinois est surveillé, répertorié pour évaluer s'il respecte bien les législations, remplit ses devoirs civiques, etc. Son « crédit social » se trouve diminué ou augmenté selon son comportement. Si de telles pratiques choquent encore pour l'heure les Européens que nous sommes, la tentation des autorités publiques d'augmenter la surveillance des citoyens sera grande, d'autant plus qu'elle peut être insidieuse, progressive. Dans le secteur privé, les grandes (et bientôt petites) entreprises influencent, voire tentent de manipuler, les comportements des consommateurs à l'aide de l'information contenue dans leurs gigantesques bases de données. Au fur et à mesure de l'augmentation de ces bases de données et des capacités informatiques pour les gérer, le pouvoir des entreprises privées sur nos libres-choix ne va que croître.
- **l'aide dans la vie domestique.** La domotique entre de plus en plus dans les foyers, via les appareils ménagers, mais aussi par des robots « aides-ménagers ». La gestion de l'électricité, du chauffage, de l'eau, des déchets va aussi encore s'améliorer. Des robots dits "de compagnie" pourraient aider les personnes âgées dans des services de maintien de leur vigilance intellectuelle, de services ambulatoires ou de "*papy-sitting*"...
- **l'intelligence humaine augmentée, aide à la décision personnelle.** Beaucoup des décisions de la vie privée sont déjà orientées par l'IA (achats, choix des vacances, gestion financière), mais demandent encore une décision finale humaine. Les développements des assistants numériques qui seront accessibles à toutes et tous, pourront donner plus qu'un avis ou une recommandation, mais pourront prendre une décision sur base de données (y compris les données de vie personnelle, de caractère) qu'un cerveau humain ne peut gérer. La tentation sera grande de s'en remettre au choix de la machine, sans plus aucune velléité de discernement personnel. Même les choix d'amis ou de partenaires (comme on le voit déjà sur les plateformes de rencontres) ne seront plus des choix personnels. On pourrait assister

²¹ [En Chine, le « crédit social » des citoyens fait passer les devoirs avant les droits,](https://geeko.lesoir.be/2019/07/27/comment-fonctionne-le-credit-social-en-chine/)
[https://geeko.lesoir.be/2019/07/27/comment-fonctionne-le-credit-social-en-chine/](https://www.cairn.info/revue-futuribles-2020-1-page-27.htm)
<https://www.cairn.info/revue-futuribles-2020-1-page-27.htm>

à une diminution des capacités cognitives et sociales des individus. Le recours intensif aux assistants numériques pourrait éroder la capacité de penser par soi-même, et rendre la dépendance aux machines presque vitale, avec tous les risques que cette influence comporte pour l'autonomie de pensée et de décision.

- **les capacités physiques augmentées.** Les progrès des matériaux et de l'IA permettront d'augmenter nos capacités physiques : meilleure vue, meilleure ouïe, plus de mémoire ou de capacité de raisonnement, tout est imaginable, jusqu'à une forme d'immortalité ou à tout le moins de vie très prolongée, scénario développé par le penseur israélien Yuval Noah Harari dans son livre « *Homo deus, une brève histoire de l'avenir* »²².

3. Les questions éthiques

Tout au long de cette analyse, les questions éthiques et morales se sont multipliées. Est-il moral de suivre les diagnostics émis par une machine, de soigner le patient selon un traitement aussi ordonné par une machine, sans que personne ne puisse vraiment lui expliquer les raisonnements sous-jacents à ces diagnostics et traitements ? Est-ce moral de laisser les ordinateurs IA donner des ordres boursiers ou financiers, sans intervention humaine, au risque de provoquer ou, à tout le moins, d'aggraver une crise, comme ce fut le cas en 2008 ? Est-ce éthique de laisser un ordinateur accorder ou non un prêt bancaire, sans qu'il ne soit garanti que des critères de discrimination n'aient pas été intégrés via les banques de données ? Est-ce moral de « caractériser » des délinquants pour estimer les risques de récidives ? Est-ce moral de laisser aux machines le soin de décider des libertés conditionnelles ? Est-ce moral de laisser une voiture autonome décider à qui elle sauvera la vie, aux passagers de la voiture ou aux personnes extérieures ? Est-ce moral que les algorithmes guident nos choix ou nos préférences en sélectionnant les faits, événements ou opinions qui sont portés à notre connaissance via les sites ou les réseaux sociaux que nous fréquentons ?

La question serait en partie réglée si les machines étaient infaillibles. Il faudrait simplement du temps pour que nous acceptions l'idée que des machines prennent des décisions importantes à notre place, ce qui est déjà - dans une certaine mesure - le cas, par exemple dans l'aviation militaire ou civile et qui commence à le devenir dans l'automobile. Malheureusement, on a pu constater par des évaluations que la machine peut prendre des décisions pour de mauvaises raisons (par exemple pour des diagnostics médicaux) même si en moyenne elle semblait fiable.

D'autres expériences ont montré que la machine pouvait être biaisée par son environnement. Un exemple célèbre que cite Charline Zeitoun ²³, c'est la mise en ligne du « chatbot » de Microsoft, dénommé Tay, qui, dès son premier jour d'immersion sur Twitter, a posté des propos racistes et sexistes, finissant même par nier l'Holocauste. S'il n'était pas éthiquement dramatique, l'exemple pourrait peut-être prêter à rire, mais comment savoir si l'ordinateur qui octroie des prêts bancaires ne reproduit pas non plus des « biais » sur base des quantités d'informations qu'il a reçues ?

En même temps, dans de très nombreuses situations, la machine pourrait prendre des décisions meilleures que l'être humain. Par exemple, il y aura certainement moins d'accidents et de victimes avec les voitures autonomes qu'avec les voitures pilotées par des

²² HARARI Y. N., *Homo deus - une brève histoire de l'avenir*, Paris, Albin Michel, 2017

²³ Charline ZEITOUN, « *Peut-on faire confiance à l'intelligence artificielle?* », dans *Les Carnets de la Science* n°3, publié sur le site du CNRS-le journal.

êtres humains, plus de précisions dans des opérations chirurgicales menées par des robots, de meilleures décisions personnelles quand elles sont aidées par des machines IA.

Un consensus existe pour recommander que des règles de conduite soient établies afin d'encadrer le développement et l'utilisation de l'IA. De nouvelles instances sont nécessaires, pas seulement pour édicter des principes éthiques, mais aussi pour mesurer l'impact de l'IA sur les individus et sociétés, pour surveiller l'usage de l'IA afin d'adapter en permanence recommandations et prescriptions et de limiter ainsi les conséquences délétères de l'IA.

La Commission européenne a entamé une vaste réflexion sur le sujet et a déjà pris des mesures réglementaires à l'égard de l'usage de l'IA, notamment le fameux RGPD, le Règlement général sur la protection des données (GDPR en anglais) adopté par le Parlement européen en avril 2016 et applicable depuis mai 2018. Le RGPD réglemente le traitement (usage, transmission, conservation) à usage professionnel ou commercial par une personne, une entreprise ou une organisation des données à caractère personnel concernant des personnes au sein de l'UE.

En juin 2018, la Commission européenne a mandaté un groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle afin d'établir des « lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance ». Un premier projet de document a été diffusé en décembre 2018 et a fait l'objet d'une consultation ouverte à tous. Une seconde version a été publiée en avril 2019 ²⁴.

Dans une communication datant d'avril 2019 ²⁵, la Commission européenne reprend à son compte les sept exigences essentielles « auxquelles les applications de l'IA devraient répondre pour être considérées comme dignes de confiance » :

- facteur humain et contrôle humain ;
- robustesse technique et sécurité ;
- respect de la vie privée et gouvernance des données ;
- transparence ;
- diversité, non-discrimination et équité ;
- bien-être sociétal et environnemental ;
- responsabilisation. »

Ces exigences assez larges sont détaillées dans la Communication de la Commission. Les lignes directrices contenaient également une liste d'évaluation pratique à l'usage des entreprises. Dans son livre blanc « Intelligence artificielle – Une approche européenne sur l'excellence et la confiance »²⁶ (février 2020), la Commission précise qu'au cours du second trimestre de 2019, plus de 350 organisations ont utilisé cette liste à titre d'essai avec un retour vers la Commission. La Commission va travailler sur « un cadre réglementaire européen clair qui permettrait de susciter la confiance des consommateurs et des entreprises à l'égard de l'IA et, partant, d'accélérer l'adoption technologique ».

Malheureusement, il existe un risque qu'une surcharge réglementaire européenne ait l'effet inverse que celui recherché par la Commission, à savoir un retard dans la recherche européenne sur l'IA et un retard dans son adoption tant par les entreprises que par les consommateurs. Comme le soulignait un rapport de la Brookings Institution ²⁷ : « En prenant une position restrictive sur les problèmes de récolte et d'analyse des données, l'Union

²⁴ Groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle, *Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance*, Commission Européenne, avril 2019.

²⁵ Commission Européenne, *Communication, Renforcer la confiance dans l'Intelligence Artificielle axée sur le facteur humain*, COM (2019) 168 final.

²⁶ European Commission, *White Paper - On Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust*, Brussels, COM(2020) 65 final.

²⁷ WEST. D. M., ALLEN J. R. , *How artificial intelligence is transforming the world*, Brookings report, April 24 2018.

européenne impose à ses industriels et « designers de software » un désavantage significatif avec le reste du monde. » On peut aussi inclure universités et autres centres de recherche.

L'équilibre n'est pas facile à trouver, et il faut certainement suivre de près les conséquences de l'IA sur la vie privée et les droits humains, mais ce ne serait pas la première fois que la rigidité de la Commission freine la créativité et les forces entrepreneuriales du monde de la recherche et de l'entreprise.

Comme dans de nombreux autres dossiers, c'est au niveau mondial que les règles éthiques concernant l'IA devraient être prescrites. C'est un refrain connu : les développements scientifiques, économiques, commerciaux se sont mondialement intégrés beaucoup plus vite que la sphère politique, laissant la part belle aux « moins-disants » et à la loi du plus fort, bien souvent peu embarrassés d'éthique et de morale.

L'OCDE est cependant parvenu, en mai 2019 ²⁸, à susciter l'adhésion de 45 pays à des « Principes sur l'Intelligence artificielle ». Ces principes, qui recourent pour l'essentiel les sept « exigences essentielles » de la Commission européenne, sont assortis de recommandations à l'intention des pouvoirs publics pour favoriser les investissements dans l'IA, la mise en place d'écosystèmes accessibles, une formation solide pour les travailleurs, et la coopération transnationale et intersectorielle.

4. Conclusion : anticipation, vigilance et régulation

Plus personne ne peut en douter, et sans doute que plus personne n'en doute, l'Intelligence artificielle va bouleverser la vie de chacun, tant dans sa vie professionnelle que personnelle.

Tout l'enjeu est d'anticiper et mesurer l'amplitude de ces bouleversements pour tenter de les maîtriser et prévenir des dommages collectifs et personnels importants, comme des transitions trop longues sur le marché de l'emploi, une société trop impersonnelle ou trop surveillée, des atteintes à la vie privée ou à l'éthique.

En d'autres mots, nos sociétés seront-elles à même de mettre en place des structures de vigilance collective - comme des comités d'éthique ou des mécanismes régulateurs - pour protéger les plus faibles et plus généralement les citoyens des dérives délétères perceptibles dans le développement de l'IA ?

²⁸[Quarante-deux pays adoptent les nouveaux Principes de l'OCDE sur l'intelligence artificielle - OCDE](#)