

Joseph HAJJAR, 4GCU

Tuteur: Olivier BRETTE, Maître de Conférences

PPH

Quel impact auront l'automatisation
et l'intelligence artificielle sur le monde
du travail de demain ?

SOMMAIRE

I)	INTRODUCTION	2
II)	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, AUTOMATISATION: KEZAKO ?	3
	A. AUTOMATISATION	3
	B. INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	3
	C. POURQUOI CES TECHNOLOGIES VONT PROBABLEMENT S'IMPOSER	4
	L'influence du capitalisme	4
	L'influence d'Internet	5
III)	QUEL IMPACT AURONT CES TECHNOLOGIES ?	6
	A. DISPARITION D'EMPLOIS	6
	Certitude n°1: disparition de métiers	7
	Certitude n°2: libération de temps de travail	9
	B. UN RISQUE DE POLARISATION ?	12
	C. DES MESURES À PRENDRE	13
	Seul consensus: la nécessité de la formation	13
	L'hypothèse de la fin du travail et le revenu universel	14
IV)	CONCLUSION	15
	Synthèse	15
	Vision personnelle	16
V)	BIBLIOGRAPHIE	17

I) INTRODUCTION

Juillet-Août 2017 : mon stage de 3^{ème} année au département Génie Civil et Urbanisme démarre. Une mission en Conduite de Travaux sur chantier qui s'annonçait passionnante et formatrice : gérer des sous-traitants, communiquer avec des ouvriers, planifier un chantier... Dans les faits ? Beaucoup de paperasse, de tâches répétitives. Exemple notable : quantifier le volume de béton en mesurant les dimensions de chaque ouvrage sur un plan ; poutre après poutre, mur après mur, dalle après dalle, étage après étage. Stabyloter des plans, recopier des dimensions dans un excel, des heures durant. Pourquoi diable paie-t-on des gens à faire cela ?

A ce moment précis démarre mon **questionnement sur l'automatisation du travail**, sur la façon dont l'être humain peut se libérer des tâches rébarbatives. Parallèlement à cela, s'impose de plus en plus dans les médias, avec notamment la candidature de Benoit Hamont aux élections présidentielles de 2017, le terme **d'Intelligence Artificielle**. Des algorithmes complexes qui seraient capables de conduire une voiture, gérer les données d'utilisateurs sur un réseau social ou encore reconnaître des visages, et capables de faire **tout aussi bien voire mieux que l'homme dans certains domaines**.

Cette arrivée assez récente de l'intelligence artificielle s'inscrit dans la continuité d'un mouvement plus vaste, celui de la robotisation et d'autres formes d'automatisation de tâches humaines. Et comme à chaque révolution technologique qui remplace l'homme dans certaines tâches, apparaît une crainte dans la société : l'humain, devenu inutile, n'aurait bientôt **plus de travail et serait dépassé par la technologie**.

D'où ma volonté d'effectuer ce PPH autour de la problématique suivante : ***Quel impact auront l'automatisation et l'intelligence artificielle sur le monde du travail de demain ?*** Autrement dit:

- *Ces technologies entraîneront-elles un **chômage de masse** ?*
- *Quel impact auront-elles sur la **distribution des revenus** et la **structure du marché du travail** ?*
- *Comment **travaillerons-nous au quotidien** à l'avenir ? Quelles **compétences** seront valorisées ?*

Ce rapport cherche donc à établir une vision, d'après des rapports et opinions d'experts sur les tendances actuelles, de ce que pourrait être le monde du travail de demain compte tenu du développement de l'intelligence artificielle, et plus généralement de l'automatisation. Bien que l'étude ne soit pas strictement bornée d'un point de vue géographique, elle concerne principalement les pays développés, les plus directement concernés par ces technologies.

Les réflexions et figures du rapport, si elles ne sont pas indiquées comme provenant d'une source ou d'une tierce personne, sont le fruit de ma propre réflexion et de mes connaissances antérieures.

On se propose, dans le reste de l'étude, de désigner sous le terme "automatisation" toute forme de remplacement de l'humain dans une tâche, qu'elle soit intellectuelle ou manuelle.

II) INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, AUTOMATISATION: KEZAKO ?

A. AUTOMATISATION

Il est dans la nature de l'homme de chercher à créer des outils pour simplifier son travail. La notion d'automatisation se comprend donc comme le remplacement de l'homme dans la réalisation de certaines tâches. On peut en distinguer deux grands types :

- La forme d'automatisation la plus connue jusqu'à aujourd'hui est **mécanique**. Il s'agit de faire faire par des robots, principalement dans l'industrie, des tâches extrêmement **répétitives et prévisibles**.
- Une automatisation plus subtile concerne les **tâches intellectuelles répétitives** ou **prédictibles** grâce à des **algorithmes**. Leur principal atout est leur capacité à traiter un grand nombre de données avec une vitesse d'exécution et une mémoire supérieures à celles de l'homme, qu'il s'agisse de rechercher une information, d'effectuer des calculs complexes et répétitifs, de gérer des achats en ligne, d'optimiser la gestion des stocks d'une entreprise, etc.

Il est à noter que les tâches **intellectuelles et cognitives peu répétitives**, liées à la créativité ou au raisonnement, ainsi que les tâches **manuelles plus complexes** (dans la restauration, l'entretien, la sécurité ou l'aide à la personne) sont pour l'instant plus difficiles à automatiser car elles se **traduisent difficilement en des algorithmes** classiques et sont trop **coûteuses à robotiser**.

B. INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'intelligence artificielle (couramment abrégée « IA ») est une forme particulière d'automatisation dont la définition a évolué dans le temps, à travers quatre « âges », comme l'indique Laurent Alexandre dans le premier chapitre de son ouvrage « La Guerre des Intelligences »¹.

Lors de l'apparition du terme dans les années 1950, la capacité d'intelligence était attribuée à un programme si celui-ci était capable de **mimer** l'intelligence humaine. C'est alors qu'apparaissent des algorithmes capables de jouer aux échecs, de communiquer de façon basique avec des humains, etc. Ces programmes ne sont dans les faits pas doués de réelle intelligence. Ils se contentent d'automatiser toute tâche ou tout processus qui peut être traduit par un algorithme.

Autour de 2012 l'intelligence artificielle est entrée dans un **nouvel âge, celui du *deep learning***. Ces nouveaux algorithmes fonctionnent par le biais de « réseaux de neurones » artificiels qui sont capables tels des cerveaux humains, à partir de données d'entrée (photo d'un animal par exemple), d'effectuer en sortie une prédiction (l'animal est un chat). En ayant accès à des bases de données considérables, ils sont capables d'améliorer ces prédictions en identifiant des patterns redondants. L'intelligence artificielle est donc **aujourd'hui capable d'apprentissage**, et elle avance de plus en plus dans les champs de compétences suivants, dont des exemples concrets sont donnés :

- **Reconnaissance visuelle**
 - Reconnaître des objets et des individus sur des images/vidéos, ou identifier une pathologie sur une radiographie
 - Lire sur des lèvres mieux que des humains, avec près de 95% de précisionⁱⁱ.
- **Linguistique et sémantique**
 - Une application, Skype Translator, est capable de traduire en temps réel une conversation dans plus de 50 langues tout en s'améliorant en continu aux spécificités des utilisateurs grâce au deep learning : intonation, accents, hésitations etcⁱⁱⁱ.
- **Prédiction et aide à la décision**
 - Les IA sont capables de reconnaître nos goûts musicaux ou nous suggérer des publicités ciblées selon nos données personnelles
 - L'IA "DeepMind" de Google a aidé le géant du web à diminuer de 40% la consommation d'électricité nécessaire au refroidissement de ses data centers grâce à l'analyse de nombreux paramètres^{iv}.

Ces progrès sont dus à deux facteurs, en plus des avancées fulgurantes de la recherche en intelligence artificielle : la profusion de données disponibles grâce à Internet, à l'ère du *Big Data*, ainsi que l'amélioration des capacités de calcul des processeurs, permettant le traitement rapide d'une grande quantité de données. Ces dernières années les algorithmes n'ont donc plus été développés uniquement pour assurer des tâches répétitives. Leur capacité à **acquérir également des capacités cognitives** ouvre de nouvelles perspectives de remplacement des humains, bien que chaque IA reste encore très spécialisée sur des tâches données.

Laurent Alexandre, à l'instar d'autres experts, prévoit donc l'apparition autour de 2030 d'un nouvel âge d'intelligence artificielle capable, à l'inverse de l'IA actuelle, de **transversalité** entre plusieurs domaines (donc d'une certaine compréhension conceptuelle). Puis dans un avenir incertain, arriverait la forme ultime d'IA : **l'IA forte, consciente** d'elle-même, dotée de sentiments, égalant et dépassant toutes les capacités du cerveau humain. Du fait de sa conscience, elle serait capable de se reprogrammer en permanence, à une vitesse risquant d'échapper aux humains d'après les plus pessimistes.

C. POURQUOI CES TECHNOLOGIES VONT PROBABLEMENT S'IMPOSER

Afin de justifier l'intérêt de cette étude, il est important de comprendre les **raisons** fondamentales de la mise en place de formes d'automatisation de plus en plus évoluées.

L'influence du capitalisme

Dans un environnement **capitaliste**, la machine et les algorithmes se présentent comme d'excellents outils. Ils fournissent une obéissance inconditionnelle et une production rapide, avec peu d'erreurs et 24h/24. Et dès lors que leurs **coûts globaux** (investissement, exploitation, maintenance) sont négligeables vis-à-vis de ceux des salariés (salaires, cotisations sociales...), ils ont de fortes chances de remplacer l'humain dans certaines tâches car offrent un atout compétitif.

En outre, les algorithmes (et l'IA en fait partie) présentent l'avantage d'être **immatériels**. Ainsi, une entreprise qui investit dans un parc informatique approprié, a accès à tous ses outils informatiques n'importe où. Par ailleurs, l'intelligence produite à travers l'IA est plus rapide à "éduquer" que l'intelligence humaine¹ (pour les tâches qu'elle est pour l'instant capable de réaliser), ce qui en fait une **forme d'intelligence peu chère**. Mais en plus, une fois éduquée elle peut être disponible en tout lieu, tout en continuant à évoluer.

L'IA et l'automatisation promettent donc des **économies** et **gains de productivité** qui entrent nécessairement en compte dans la volonté des entreprises de les développer ou les adopter.

Par ailleurs, les formes d'automatisation présentent un atout dans les nombreux pays vieillissants, puisque la part de population partant à la retraite peut être compensée par l'arrivée de robots et autres logiciels, permettant de maintenir un PIB par habitant stable². De quoi convaincre certains Etats d'encourager l'automatisation.

L'influence d'Internet

A l'ère de la **Big Data** et des communications ultra-rapides (la 5G, promettant des débits de 10Gb/s pointe le bout de son nez), nous produisons des quantités pharaoniques de données: réseaux sociaux, cookies laissés par nos consultations sur internet, objets connectés, cloud. Or pour traiter ces données l'homme est parfaitement dépassé et ce sont donc en grande partie des algorithmes qui doivent les gérer.

De plus, avec l'essor des **marchés en ligne**, la vente et le suivi client sont nécessairement de plus en plus assurés par des programmes, et non pas par des hommes présents dans des agences de voyage, magasins etc.

Enfin, de nombreuses startups se développent dans le domaine de l'intelligence artificielle ou de la robotique pour profiter de ce marché florissant. Internet a permis l'apparition et le développement de **géants du Web**. Et Microsoft, Google, Facebook ou encore Amazon, investissent massivement dans ces startups ou dans des centres de recherche, stimulant ainsi la R&D et la mise en place de nouvelles formes d'automatisation.

Pour toutes ces raisons, il est peu probable que l'automatisation ralentisse à l'avenir. Il est donc important d'évaluer les conséquences de celle-ci sur les façons de travailler et le marché du travail.

¹ Exemple: DeepMind, en 21 jours, apprend le jeu de Go et surpasse le meilleur joueur du monde: DeepMind. AlphaGo Zero : Learning from scratch. Disponible sur : <https://deepmind.com/blog/alphago-zero-learning-scratch/> (consulté le 23/05/2018)

² Analyse provenant de l'étude "A future that Works" de McKinsey, cabinet qui conseille justement de nombreux gouvernements (voir bibliographie)

III) QUEL IMPACT AURONT CES TECHNOLOGIES ?

Depuis des siècles, chaque évolution ou révolution technique a suscité deux sentiments contradictoires: la **promesse d'un travail facilité**, mais également la **crainte d'un chômage de masse**. Au XXe siècle, Joseph Schumpeter théorise le principe de la "Destruction Créatrice", d'après lequel chaque évolution technique entraîne un **processus simultané de création et de destruction d'emplois**. L'évolution technique ouvre en effet des perspectives et des nouveaux emplois, tandis que les anciens postes menacés par l'évolution disparaissent. On pense notamment au remplacement des "cols bleus" et des paysans par des machines dans l'industrie et le secteur primaire, particulièrement à partir de l'après-guerre.

Le principe de la Destruction Créatrice a été vérifié pour toutes les évolutions techniques depuis la première révolution industrielle³. L'automatisation d'une grande part des **tâches manuelles répétitives** a entraîné depuis 200 ans le passage dans les pays développés d'une économie agricole, puis industrielle à une **économie des services** (près de 80% de la population active française travaillait dans le tertiaire en 2014⁴). Depuis quelques décennies la révolution informatique a permis **l'automatisation de tâches intellectuelles** simples, et l'Intelligence Artificielle promet désormais de remplacer l'humain dans des tâches intellectuelles plus complexes, **menaçant désormais a priori des emplois tertiaires**. On peut donc se demander si la théorie schumpeterienne sera vérifiée avec cette révolution, ou les algorithmes et robots entraîneront un chômage de masse.

A. DISPARITION D'EMPLOIS

En 2014 le Pew Research Center a recueilli les opinions de 1900 experts sur les créations nettes d'emploi d'ici 2025 liées à la robotisation et l'intelligence artificielle^{vi}. 48% de ces experts (qui sont chercheurs, analystes, enseignants ou encore cadres dans des entreprises de nouvelles technologies) pensent que d'ici 2025, algorithmes et robots détruiront plus d'emplois qu'ils n'en créeront. Sebastian Thrun, inventeur de la Google Car, déclare lui en 2015 dans The Economist: *"Il va être de plus en plus difficile pour un être humain d'apporter une contribution productive dans la société. Les machines pourraient nous dépasser rapidement. [...] aucune profession n'est à l'abri"*. **De nombreux autres experts sont pessimistes** vis-à-vis de ces technologies, car l'une des seules certitudes sur la question est que beaucoup emplois disparaîtront à cause d'elles.

³ Bien que les paramètres démographiques jouent un rôle important, il est par exemple intéressant de remarquer que le Japon, la Corée du Sud et l'Allemagne, pays parmi les plus robotisés, bénéficient d'un faible taux de chômage

Certitude n°1: disparition de métiers

De la même façon que les cochers et porteurs d'eau ont disparu par le passé, des métiers entiers sont actuellement en train d'être remplacés par les algorithmes et les robots, ou sont menacés de l'être. Les plus concernés sont notamment:

- Ceux de **chauffeur de taxi** ou de **transporteur**, qui risquent de disparaître dans quelques années ou décennies, pour laisser place à des véhicules autonomes.
- De même dans les domaines de la logistique et de la distribution, **caristes et livreurs** sont menacés par les automates et les drones. Chez Amazon ou dans certains centres de traitement d'enseignes de distribution, une grande partie des tâches (manuelles comme logistiques) est déjà automatisée en entrepôt.
- La disparition des **secrétaires** depuis les années 2000, du fait de l'apparition d'applications et plateformes de planification informatisées, devrait se poursuivre dans les prochaines années^{vii}. La société "x.ai" a notamment développé un **assistant virtuel intelligent** capable d'interagir par mail avec nos contacts, tels des secrétaires, et de planifier des rendez-vous^{viii}
- Les progrès de ces "agents conversationnels" ou **chatbots** permettent à de nombreuses firmes aujourd'hui d'automatiser les réponses aux questions des clients, remplaçant de nombreux **conseillers clientèles en ligne**. Des progrès qui, combinés à ceux en reconnaissance et simulation de la parole, permettent aisément d'envisager le remplacement des télé-conseillers.
- Le domaine des banques et de la finance n'est également pas en reste:
 - Des **algorithmes de trading** ont remplacé des milliers de traders dans les principales banques d'investissement ces dernières années (Goldman Sachs notamment), et des **intelligences artificielles** sont aujourd'hui déployées pour mieux analyser les fluctuations du marché^{ix}.
 - Des métiers d'interface et de suivi client sont également menacés. L'entreprise IPsoft a par exemple développé une IA, "Amelia", capable notamment de **remplacer des employés d'agence** pour la gestion de comptes bancaires^x. Des entreprises comme Zest Finance **automatisent les demandes de crédit** avec des IA capables de prédire les capacités de remboursement.
- Le métier de caissier est fortement menacé par les avancées des IA en reconnaissance d'objets:
 - Compass Group, géant de la restauration collective, s'est offert les services de l'entreprise Deepomatic pour **automatiser l'encaissement** des repas en self-service via la reconnaissance automatique du contenu des plateaux^{xi}.
 - Amazon, avec son nouveau magasin Amazon Go, inaugure le modèle du **supermarché sans caisse**: une IA scrute les faits et gestes des clients afin de savoir en temps réel quels articles sont dans leur panier.

Bien entendu dans les exemples précédents il est **difficile de concevoir une disparition totale et subite des métiers affectés**. Premièrement parce que de **nombreux facteurs** autres que les simples avancées technologiques entrent en compte dans l'automatisation des activités dans les pays développés: la faisabilité technique, l'évolution des coûts, l'acceptation de la société, ou encore la législation. Deuxièmement, car toutes les entreprises, notamment du fait de leur trésorerie, n'automatiseront pas leurs postes de **façon simultanée**. Enfin, la **donnée géographique** est importante. Le coût de la main-d'oeuvre très faible dans certains pays dissuade la mise en place de formes d'automatisation: difficile d'imaginer la disparition des chauffeurs de taxi au Sénégal à moyen terme !

D'un point de vue temporel et quantitatif, de nombreuses recherches ces dernières années ont essayé de prévoir la quantité d'emplois risquant d'être supprimés du fait de l'automatisation. Néanmoins les méthodes de prévision et les résultats **diffèrent fortement**. Un modèle réalisé par des chercheurs d'Oxford^{xii} en 2013 prédit que **47%** des emplois aux Etats-Unis auraient une probabilité de **plus de 70% d'être automatisés** dans les 10 ou 20 prochaines années. D'après une étude du cabinet PwC^{xiii} réalisée sur 29 pays développés, il apparaît de même que **plus d'un tiers** des emplois pourraient **techniquement être automatisés d'ici à 2030**. Aussi, d'après une étude de l'OCDE en 2016^{xiv}, seuls **9% en moyenne des emplois** au sein de ses Etats membres seraient **hautement automatisables** :

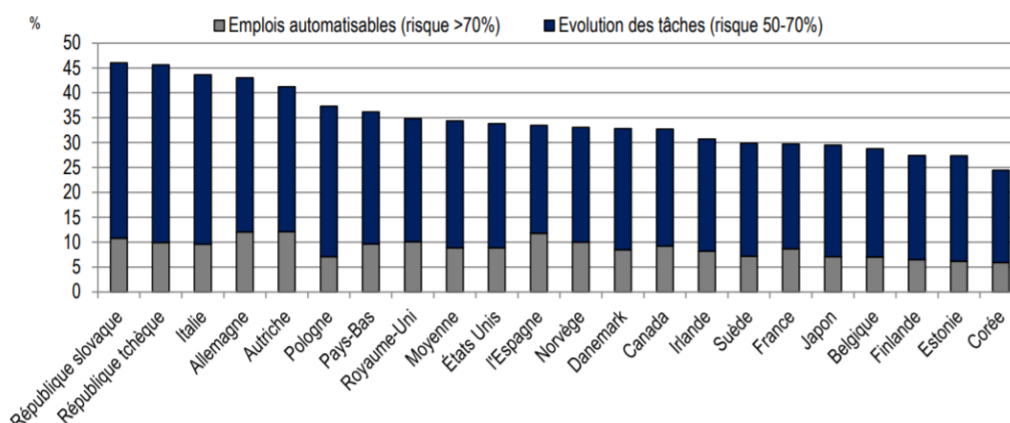


Fig.1 : Pourcentage de travailleurs occupant un emploi à risque élevé d'automatisation
OCDE (2016), "Automatisation et travail indépendant dans une économie numérique", Synthèses sur
l'avenir du travail

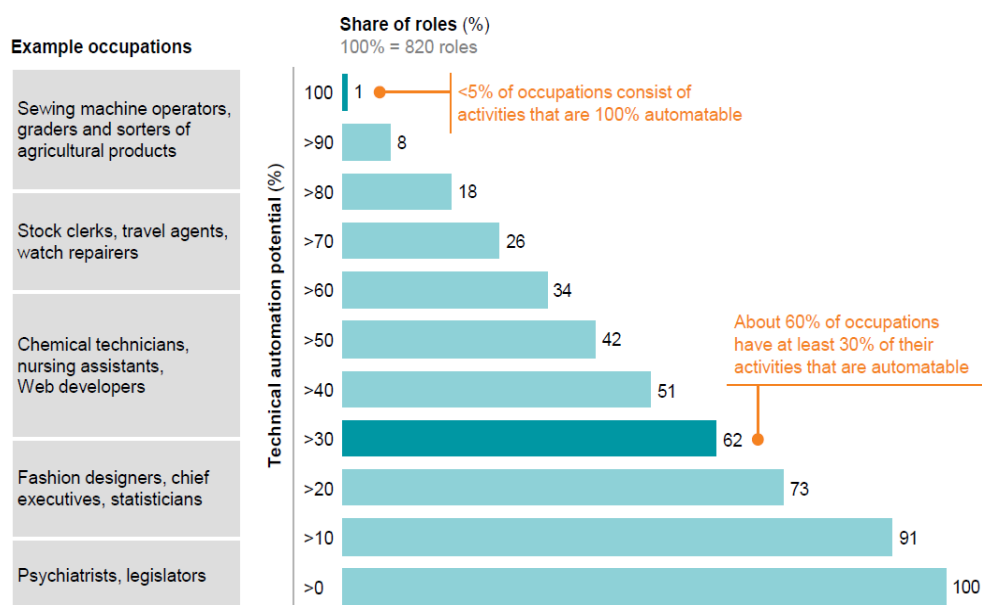
Ce graphique montre par ailleurs davantage une influence en termes d'**évolution que de suppression** des emplois. C'est une approche et un résultat partagé avec l'étude de l'institut McKinsey, "A future that works"^{xv}, publiée en 2017, dans laquelle 820 métiers ont été décomposés en tâches et compétences élémentaires. La capacité d'automatisation de ces tâches a ensuite été évaluée d'après plusieurs facteurs (technologiques, économiques et sociaux). Il résulte de cette étude que **moins de 5% des métiers actuels seraient totalement automatisables**. L'échéance estimée de cette estimation, comme des autres résultats de l'étude (voir ci-dessous) se situe entre **2035 et 2075** compte-tenu de

l'incertitude sur les facteurs utilisés. Par ailleurs, La prise en compte de facteurs supplémentaires, notamment sociaux, dans cette étude explique peut-être ce résultat plus conservatif.

Certitude n°2: libération de temps de travail

Si des métiers tels que ceux précédemment cités risquent fortement d'être entièrement automatisés, pour les autres ce n'est donc pas une disparition mais une **évolution** qu'il faudra prévoir, puisqu'**une partie seulement des tâches seront automatisées**.

L'étude de McKinsey estime ainsi qu'environ 60% des métiers dans le monde impliqueraient plus de 30% de tâches automatisables:



*Fig.2 : Probabilité d'automatisation et pourcentage d'emplois associés dans le monde
McKinsey, "A future that works"*

D'un autre point de vue, l'étude montre même que, toujours avec des technologies déjà existantes, la **moitié des tâches effectuées par les effectifs salariés du monde peut être automatisée**. Au total, ce serait l'équivalent en heures de travail de **1,2 milliard d'employés** qui seraient menacés par l'automatisation.

La conséquence de l'automatisation partielle de métiers pourrait donc être un **temps de travail plus faible** pour l'homme. Si cela peut laisser espérer davantage de temps libre et des semaines plus courtes, dans notre environnement capitaliste et mondialisé il est très probable que **l'automatisation entraîne plutôt des suppressions d'emploi**. Pour rentabiliser les employés, on peut en effet supposer que beaucoup d'entreprises préféreront supprimer des emplois et faire travailler à temps plein les salariés ayant conservé leur poste. Ces derniers devront par ailleurs pouvoir s'adapter à cette automatisation partielle en étant **capables de travailler avec les nouveaux outils qui seront des IA, logiciels ou robots**.

Dans les faits, à quoi pourrait ressembler l'automatisation partielle de certains métiers ?

Dans son étude "Why Are There So Many Jobs"^{xvi}, David Autor s'est posé la question du devenir des employés une fois leur travail partiellement automatisé. Par exemple, dès l'apparition des DAB, les employés de banque, devenus moins nombreux dans chaque agence, ont naturellement passé moins de temps à fournir aux clients de l'argent liquide. Néanmoins, d'autres aspects importants du métier ont pris le dessus et ont été magnifiés par cette révolution: l'employé de banque s'est alors davantage présenté comme un conseiller et un assistant. **Laissant aux machines les tâches répétitives**, l'homme s'est davantage concentré sur le **service client**, la **communication** et le **suivi personnalisé**.

Ce même type de raisonnement peut s'appliquer aux évolutions techniques en cours:

- IBM s'est basée sur son IA "Watson" pour développer un **robot-avocat**, nommé Ross^{xvii}. Un robot qui est non pas destiné à plaider à la barre mais à automatiser des tâches répétitives effectuées aujourd'hui par les avocats. Il se charge donc par exemple d'étudier, pour d'autres avocats, des affaires similaires, ou d'assurer une veille vis-à-vis des nouvelles lois. Son slogan ? "Chaque minute passée à effectuer une recherche légale est une minute perdue". Un exemple qui permet de se rendre compte que **même des métiers nécessitant des études longues** peuvent être **automatisés partiellement**.
- Le 22 mars 2015, le journal Le Monde a utilisé un **logiciel codé par Syllabs pour couvrir les résultats des élections départementales** et rédiger 36 000 articles^{xviii}. Ainsi, les journalistes ont pu se concentrer sur la rédaction d'articles laissant davantage place à l'écriture journalistique tandis que les résultats des élections, dont la forme est très répétitive, ont été le fruit d'un algorithme.
- Des **algorithmes sont de plus en plus utilisés dans le recrutement**, pour identifier des mots-clés dans des candidatures et faire ressortir des profils ayant de fortes probabilités d'appariement avec une offre. La conséquence pour les métiers du recrutement: moins de temps passé à éplucher les candidatures.
- La **cobotisation** s'inscrit dans ce mouvement: des robots travaillant aux côtés d'humains prennent en charge les tâches répétitives les plus pénibles ou les plus dangereuses, par exemple dans l'industrie ou la médecine.



Fig.3 : Poste de travail cobotisé dans une usine
Capture d'écran issue du documentaire "Un monde sans travail" ^{xix}

Dans son étude citée précédemment, l'institut McKinsey a imaginé, d'après des visions d'experts, les applications possibles en termes de performance, de qualité et de sécurité des technologies d'automatisation dans certains cas de figure concrets:

- Dans les **hôpitaux**, les patients seraient dès leur admission équipés de capteurs qui aideraient des IA à identifier des pistes de diagnostic, permettant au médecin de poser un diagnostic final plus rapidement. Lits et tiroirs de matériels seraient robotisés et se déplaceraient de façon autonome, la gestion des places disponibles et du matériel étant automatisée pour plus d'efficacité. Tout cela permettrait d'éviter les temps d'attente et la surexploitation d'un personnel qui se dédierait davantage à des tâches de soin et d'attention.
- Dans les **aéroports**, des drones et robots effectueraient le ravitaillement, les tâches physiques risquées, ainsi que les inspections sur l'appareil de façon plus productive et qualitative que l'homme. Les humains ne serviraient qu'à analyser les résultats des inspections et à mettre en place les solutions en cas de problème.
- Dans les **magasins**, des IA permettraient de faire disparaître les caisses et files d'attentes, à la façon d'Amazon Go, ou de prédire et optimiser le contenu des rayons et des stocks.
- Pour l'octroi de **prêts bancaires**, l'intervention d'algorithmes permettrait d'automatiser et accélérer l'analyse des données nécessaires et le calcul des taux, tandis que l'humain ne servirait que d'interface avec le client, et de négociateur pour des situations particulières.

L'avenir se présente donc à première vue **davantage comme une collaboration homme-machine, qu'une guerre dans laquelle robots et algorithmes remplaceraient totalement l'humain.**

On peut, compte-tenu des technologies actuelles et d'après les études et les ouvrages analysés pour l'élaboration de ce rapport, partager les compétences selon qu'elles soient fortement automatisables ou non. Certaines études comme celles de McKinsey ou d'Oxford fournissent en effet leurs résultats intermédiaires quant à la capacité d'automatisation de certaines tâches et compétences. Ce partage se présenterait ainsi sous la forme suivante:

Homme	IA et algorithmes	Robots
<ul style="list-style-type: none"> • Créativité, esprit critique, adaptation à de nouvelles situations • Communication, relation, empathie • Synthèse et prise de décision • Management et coaching 	<ul style="list-style-type: none"> • Tâches intellectuelles répétitives ou programmables • Recherche, analyse, traitement de vastes données • Prédiction et aide à la décision 	<ul style="list-style-type: none"> • Tâches manuelles répétitives • Tâches manuelles risquées
	Tâches manuelles dans un environnement non prédictible ex: véhicules et drones autonomes, robots capables d'apprentissage... (avancées en cours)	

Fig.4 : Partage possible des compétences homme / machine à moyen terme (IA forte exclue)

Ce partage, synthétique et non exhaustif, ne tient pas compte des IA transversales et fortes à venir, qui risqueraient d'emprunter à l'homme d'autres compétences encore.

B. UN RISQUE DE POLARISATION ?

Plusieurs études dont celle de McKinsey soulignent que les professions aux **revenus et qualifications les plus élevés** ont généralement **moins de risques d'être impactées par l'automatisation**. Par ailleurs, entre 1995 et 2015, l'OCDE a pointé du doigt une **tendance de polarisation des revenus** liée à l'augmentation au sein de ses Etats membres des métiers hautement et peu qualifiés, et une diminution des emplois intermédiaires⁴. Il est donc à craindre que cette tendance continue du fait des formes d'automatisation évoquées.

Les travailleurs les plus menacés immédiatement par l'automatisation sont paradoxalement **surtout au milieu de l'échelle sociale**. Plus spécifiquement, ce sont les employés de bureau (secrétaires, comptables, contrôleurs de gestion, etc.) dont les tâches sont répétitives et programmables. Parmi les professions nécessitant **moins de qualifications, plusieurs** (dans l'industrie notamment) **sont également automatisables** car basées sur des tâches manuelles et répétitives. Néanmoins beaucoup d'autres, dans les domaines de la restauration, de la sécurité ou encore de l'aide à domicile impliquent des tâches moins routinières et donc **moins aisément automatisables pour l'instant par des robots**. Ces derniers sont par ailleurs actuellement **trop chers pour remplacer des humains au salaire assez bas**, ce qui explique que les emplois intermédiaires intellectuels soient davantage automatisables que les emplois peu qualifiés et manuels.

Les travailleurs de qualification moyenne perdant ou risquant de perdre leur emploi tendent donc à **descendre d'un niveau dans la hiérarchie sociale** pour occuper des emplois moins qualifiés. Or ces postes peuvent être occupés de façon interchangeable par n'importe qui, et de plus en plus de salariés les occupent d'où une forme de concurrence. A cause de cela, ces emplois, déjà faiblement rémunérés, sont en voie d'être de plus en plus précaires⁴. D'après les mots de Justin Reich, chercheur à Harvard, interrogé dans le cadre de l'étude du Pew Research Center, "Le milieu se déplace vers le bas".

Le raisonnement précédent peut expliquer l'augmentation récente en France des contrats **d'intérim, des freelances et auto-entrepreneurs**, du **micro-travail** ou encore du **travail ubérisé**. Autant de nouvelles façons de travailler offrant peu ou pas de protections sociales et pour certaines des perspectives salariales d'autant plus faibles que la quantité de travailleurs disponibles pour les assumer augmente.

Ainsi, à supposer que l'on se situe dans une transition schumpeterienne, le remplacement des postes supprimés risque de se faire au moyen d'emplois très précaires.

⁴ Analyse issue principalement de Laurent Alexandre, "La Guerre des intelligences" p.137 (voir bibliographie), et partagée par plusieurs études

Quels nouveaux emplois sont à prévoir ?

Grâce au développement de l'IA et de la robotisation, l'ingénierie et la recherche dans ces domaines seront probablement des domaines très porteurs, de même que l'analyse de données, à l'ère de la Big Data. Une hausse de la demande en emplois qualifiés (intellectuels ou non) peut également être imaginée notamment dans les domaines de la production et de la maintenance.

Mais mis à part le développement de ces métiers déjà existants, l'apparition de **nouveaux emplois** pour l'instant inconcevables est à prévoir comme à chaque révolution technologique. Certains imaginent déjà ce qu'ils pourraient être: managers d'interface homme-machine, éducateurs d'intelligence artificielle, ... Si peu d'experts tentent de réellement prévoir ces métiers, plusieurs études, comme celle de McKinsey s'accordent sur **l'aspect qualifié de ces nouveaux emplois**.

Ainsi, alors qu'une hausse des emplois peu qualifiés est très probable, comme abordé précédemment, la nécessité d'avoir des employés qualifiés sera probablement toujours présente, ce qui conforte l'hypothèse d'une polarisation accrue.

Pendant, tout type d'employé peut se retrouver dans une situation à risque à mesure que certaines tâches de son quotidien deviennent automatisables...

C. DES MESURES À PRENDRE

Seul consensus: la nécessité de la formation

Compte tenu de la disparition et de l'évolution certaines de nombreux métiers, ainsi que de l'apparition de nouvelles opportunités en termes d'emplois qualifiés, l'un des rares consensus des experts sur le sujet de l'automatisation est que la **formation doit être adaptée** aux façons de travailler de demain. L'étude de McKinsey estime même qu'un surplus de travail humain est plus plausible qu'un chômage de masse, si la transition notamment en termes de formation, est bien assurée. Les pistes évoquées par les experts pour l'amélioration de la formation sont les suivantes :

- Premièrement, chacun doit **apprendre à mieux connaître et utiliser la technologie**, ce dans le but de mieux travailler en synergie avec les outils disponibles: intelligence artificielle, cobotique etc. Laurent Alexandre émet même l'idée d'instaurer, dans la lignée du QI, un QCIA: "Quotient de Complémentarité avec l'Intelligence Artificielle", caractérisant l'aptitude de chacun à réfléchir en complémentarité d'une IA.
- Deuxièmement, et c'est l'un des principaux points abordés dans "La Guerre des intelligences", l'école et la formation professionnelle doivent permettre à **l'homme d'être là où la technologie n'est pas** en termes de compétences. En laissant à la machine les tâches répétitives, l'homme doit apprendre à faire preuve d'autres compétences: faire preuve de créativité, d'esprit critique, d'empathie ou encore de compétences managériales.

- Face à la demande importante en termes **d'emplois qualifiés** à prévoir, des **formations universitaires et professionnelles adaptées** sont à développer. De même que la fin de l'ère agricole a mené à une augmentation de la durée des études, la révolution en cours doit conduire à une société de "l'or gris", où "l'intelligence n'est plus une option" pour reprendre les mots de Laurent Alexandre.

Aussi, dans un environnement technologique et économique où tout va de plus en plus vite, chaque travailleur devra **continuer à se former et être capable de flexibilité** tout au long de sa vie active. D'après le futurologue Alvin Toffler, "les illettrés du XXI^e siècle ne seront pas ceux qui ne savent pas lire ou écrire, mais ceux qui ne savent pas apprendre, désapprendre et réapprendre"^{xxi}.

Une flexibilité qui, selon l'opinion, doit être soutenue soit par **l'Etat** via des programmes de formation, soit par les **entreprises elles-mêmes**, permettant à leurs salariés une mobilité professionnelle en interne et une montée en compétences face au risque de chômage technologique.

L'hypothèse de la fin du travail et le revenu universel

Dans son livre "La fin du Travail", Jeremy Rifkin estimait en 1997 qu'avec le temps les progrès techniques permettront d'automatiser de plus en plus de tâches, **tuant ainsi toute forme de travail**. Seuls **quelques emplois très qualifiés** pourraient subsister: innovateurs industriels, scientifiques, informaticiens etc. Le monde se présenterait alors sous sa forme la plus polarisée, entre d'un côté une petite élite d'experts et de détenteurs du capital, de l'autre une masse extrêmement précaire ou inemployée de la population. L'automatisation a en effet pour conséquence de rapprocher la production de richesses des détenteurs de capital et des travailleurs les plus recherchés, leur permettant d'engranger plus de bénéfices.

Face aux impacts possibles de l'automatisation sur le marché du travail, mais également pour d'autres raisons (hausse de la précarité, mal-être au travail, complexité des aides sociales actuelles), l'idée du revenu universel fait de plus en plus parler d'elle, et des expérimentations à petite échelle ont déjà commencé en Finlande ou aux Pays-Bas par exemple.

Fin du travail et revenu universel

Dans la perspective d'un monde où l'emploi serait de plus en plus rare, de nombreux acteurs luttent pour la mise en place d'un revenu universel assuré à tous, et pas uniquement en période de chômage. Les arguments invoqués pour ce revenu universel et liés aux conséquences de l'automatisation sont les suivants :

- Il permettrait de **redistribuer de façon égale la richesse** produite par les automates, selon l'expression: "Les jobs aux robots, la vie pour nous", et la **consommation** pourrait ainsi continuer
- Grâce au revenu universel les "chômeurs" ne se retrouveraient pas dans un état de **dénouement** et de désespoir

- Les citoyens seraient plus enclins à se rendre utiles à la société non par le biais d'un emploi « traditionnel » rémunéré, mais par des **actions bénévoles et caritatives** servant au bien de la communauté. Mark Zuckerberg, dans son discours de mai 2017 à Harvard, souligne ainsi le fait que l'automatisation doit permettre aux humains de donner un nouveau sens à leur vie.
- D'un autre point de vue, le revenu universel permettrait tout simplement **d'éviter des révoltes populaires** faces aux vagues d'automatisation à prévoir.

Revenu universel et reconversion

La mise en place d'un revenu universel aurait également un sens dans la perspective d'un monde où flexibilité et reconversion sont de rigueur. Des périodes récurrentes de chômage seraient en effet à prévoir au cours de la vie active de nombreux travailleurs. Un **revenu universel temporaire**, offrant aux chômeurs les capacités de **suivre une formation** et de se **prendre en charge durant la transition**, permettrait d'accompagner cette reconversion dans les pays où des solutions similaires n'existent pas (assurance chômage par exemple). Une idée largement soutenue par les géants du numérique⁵.

IV) CONCLUSION

Synthèse

Les différentes études sur l'impact de l'automatisation sur le marché du travail mettent donc en exergue plusieurs certitudes et une incertitude majeure:

- Certitude: certains métiers, moyennement ou peu qualifiés, disparaîtront
- Certitude: d'autres évolueront vers plus d'automatisation, et des postes risquent ainsi d'être supprimés
- Incertitude: comme lors des transitions schumpeteriennes passées, la nature et le nombre d'emplois nouveaux à prévoir sont inconnus et imprévisibles
- Certitude: qualification et flexibilité seront de rigueur pour ces emplois
- Certitude: on constate une augmentation du travail précaire et l'automatisation risque d'aggraver cette tendance si des mesures adéquates en termes de formation et de reconversion ne sont pas prises

Bien entendu, la temporalité et l'ampleur de ces phénomènes dépendront de nombreux facteurs notamment géographiques et techniques.

⁵ Laurent Alexandre, "La Guerre des intelligences" p.144 (voir bibliographie)

Vision personnelle

Comme indiqué en introduction, l'une des raisons pour lesquelles j'ai voulu traiter ce sujet est l'aspect parfois rébarbatif et rebutant que peut avoir le travail au quotidien. L'automatisation permet justement de s'en extraire un peu plus chaque jour, mais à quel prix ?

Si notre société fait bon usage de l'automatisation, **celle-ci peut être une bénédiction: journées plus courtes et quotidien plus épanouissant** au travail, à une époque où 480 000 Français souffrent du fait de leur emploi^{xii} et où développement personnel et bien-être sont une préoccupation de plus en plus grande. Cependant nous vivons dans un environnement **capitaliste et mondialisé** où toute **réduction des coûts** liée notamment à l'automatisation donne un avantage concurrentiel certain, et se répand donc rapidement. Difficile de croire que l'automatisation conduira à diminuer équitablement notre temps de travail, à moins d'imaginer un accord international sur le sujet. **De nombreux emplois sont donc menacés, partiellement ou totalement**, par l'automatisation, et si la formation n'évolue pas pour accompagner ces changements, une **grande polarisation est à prévoir**.

D'un autre point de vue, laisser une grande place aux algorithmes et aux machines **fait perdre à l'homme le contrôle et la connaissance de son environnement**: nous sommes par exemple déjà dépassés face au tsunami d'Internet, en retenant de moins en moins d'informations pour nous baser sur les connaissances des moteurs de recherche. De plus en plus de nos compétences sont automatisées et donc perdues⁶, bien que le numérique nous permette de nous concentrer sur d'autres capacités humaines. Nous évoluons quoi qu'il en soit du fait de la technologie et en devenons **dépendants** via de nos **modes de vie et de travail**. Et les avancées en intelligence artificielle, en robotique et cette **collaboration grandissante entre homme et technologie** tendent à nous rapprocher de plus en plus en plus du **mouvement transhumaniste** soutenu par les **géants du numérique**.

Ces avancées technologiques leur confèrent un pouvoir de plus en plus grand, leurs ambitions sont de plus en plus démesurées et ils tentent désormais **d'incarner un nouvel espoir pour l'humanité**: sauver des vies avec les voitures autonomes, éradiquer les maladies à l'aide de capteurs, conquérir l'espace ou encore vaincre la mort en augmentant l'homme. L'apparition d'une IA forte pensant mieux que nous nous aiderait même à résoudre les derniers problèmes de l'humanité.

Les recherches ayant mené à la rédaction de ce rapport, en plus de la meilleure appréhension du monde du travail de demain, ont donc également permis de réfléchir succinctement sur la **quête de progrès perpétuelle de l'homme** et le rôle aujourd'hui important de la **concurrence économique** et des **géants du numérique** dans ce mouvement.

⁶ Exemple: une étude montre que notre utilisation de Waze ou Google Maps réduit la taille et l'activité de notre hippocampe, zone impliquée dans la mémoire et l'orientation. Voir SLATE. Google Maps est-il en train de nous abrutir ? Disponible sur : <http://www.slate.fr/story/142952/google-maps-gps-cerveau> (consulté le 23/05/2018)

V) BIBLIOGRAPHIE

Cité dans le corps du texte :

- i ALEXANDRE Laurent. La guerre des intelligences. Paris : J.-C. Lattès, 2017, 250p. EAN 9782709660846
- ii JAMIE CONDLIFFE, MIT TECHNOLOGY REVIEW. AI Has Beaten Humans at Lip-reading. Disponible sur : <https://www.technologyreview.com/s/602949/ai-has-beaten-humans-at-lip-reading/> (consulté le 23/05/2018)
- iii SKYPE. Skype Translator – How it Works. Disponible sur : <https://blogs.skype.com/news/2014/12/15/skype-translator-how-it-works/> (consulté le 23/05/2018)
- iv DEEPMIND. DeepMind AI Reduces Google Data Centre Cooling Bill by 40%. Disponible sur : <https://deepmind.com/blog/deepmind-ai-reduces-google-data-centre-cooling-bill-40/> (consulté le 23/05/2018)
- v INSEE. Emploi par activité – Tableaux de l'Economie Française. Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1906677?sommaire=1906743> (consulté le 23/05/2018)
- vi PEW RESEARCH CENTER. AI, Robotics, and the Future of Jobs. Disponible sur : <http://www.pewinternet.org/2014/08/06/future-of-jobs/> (consulté le 23/05/2018)
- vii LOÏC DE LA MORNAIS ET MATTHIAS SECOND - Franceinfo. Dix métiers en plein déclin. Disponible sur : https://www.francetvinfo.fr/economie/entreprises/dix-metiers-en-plein-declin_294051.html (consulté le 23/05/2018)
- viii X.AI. How It Works. Disponible sur : <https://x.ai/how-it-works/> (consulté le 23/05/2018)
- ix BLOCH RAPHAEL - LES ECHOS. L'intelligence artificielle s'invite dans les salles de marché. Disponible sur : <https://www.lesechos.fr/amp/90/2105390.php> (consulté le 23/05/2018)
- x IPsoft. Amelia. Disponible sur : <https://www.ipsoft.com/amelia/> (consulté le 23/05/2018)
- xi L'USINE NOUVELLE. Deepomatic met la vision artificielle au service des industriels. Disponible sur : <https://www.usinenouvelle.com/editorial/deepomatic-met-la-vision-artificielle-au-service-des-industriels.N619038> (consulté le 23/05/2018)
- xii Carl Benedikt Frey et Michael A. Osborne. The future of employment : how susceptible are jobs to computerisation ? Rapport de recherche, Oxford : University of Oxford, 2013, 72p.
- xiii Pwc. Intelligence Artificielle et Automatisation. Disponible sur : <https://www.pwc.fr/fr/espace-presse/communiqués-de-presse/2018/fevrier/intelligence-artificielle-et-automatisation.html> (consulté le 23/03/2018)
- xiv OCDE (2016), "Automatisation et travail indépendant dans une économie numérique", Synthèses sur l'avenir du travail, Éditions OCDE, Paris. [forme de citation préconisée du rapport]
- xv MANYIKA James, CHUI Michael, MIREMADI Mehdi et al. A future that works: automation, employment, and productivity, Rapport de recherche, MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2017, 148p.
- xvi DAVID H. AUTOR. Why Are There Still So Many Jobs ? The History and Future of Workplace Automation. Rapport de recherche, MIT, 2015, 28p.
- xvii LE MONDE. Les robots ébranlent le monde des avocats. Disponible sur : http://abonnes.lemonde.fr/o21/article/2016/11/29/les-robots-ebранlent-le-monde-des-avocats_5039852_5014018.html (consulté le 23/05/2018)
- xviii SYLLABS. Nos robots rédacteurs collaborent avec Le Monde. Disponible sur : <http://blog.syllabs.com/le-monde-elections-departementales-syllabs-robotjournalisme> (consulté le 24/05/2018)
- xix PHILIPPE BOREL. Un monde sans travail ? France. Cinétévé, France 5, 2017
- xx OCDE (2016), "Automatisation et travail indépendant dans une économie numérique", Synthèses sur l'avenir du travail, Éditions OCDE, Paris. [forme de citation préconisée du rapport]
- xxi SEMEUNACTE. Apprendre, Desapprendre, Reapprendre. Disponible sur : <http://semeunacte.com/apprendre-desapprendre-reapprendre> (consulté le 23/05/2018)
- xxii LE POINT. Toujours plus de souffrance psychique liée au travail. Disponible sur : http://www.lepoint.fr/editos-du-point/anne-jeanblanc/toujours-plus-de-souffrance-psychique-liee-au-travail-24-06-2015-1939496_57.php (consulté le 23/05/2018)

Cité en note de bas de page :

- DEEPMIND. AlphaGo Zero : Learning from scratch. Disponible sur : <https://deepmind.com/blog/alphago-zero-learning-scratch/> (consulté le 23/05/2018)
- SLATE. Google Maps est-il en train de nous abrutir ? Disponible sur : <http://www.slate.fr/story/142952/google-maps-gps-cerveau> (consulté le 23/05/2018)

Ouvrage ayant aidé à la compréhension initiale du sujet:

- BLANDIN Tiffany. Un monde sans travail. Paris : Seuil, 2017, 128p. EAN 9782021370133