



Note d'éducation permanente
de l'ASBL Fondation Travail-Université (FTU)
N° 2016 – 07, juin 2016
www.ftu.be/ep

Les nouveaux robots vont-ils dévorer nos emplois ?

Une critique de certaines prévisions alarmistes

D'ici quinze à vingt ans, entre un tiers et la moitié des emplois seraient fortement menacés par une nouvelle génération de robots et de technologies numériques : 47% aux États-Unis, 54% dans l'Union européenne, 35% en Belgique ou en Allemagne. Les médias ont abondamment relayé ces prévisions pessimistes¹ provenant d'une série de consultants ou de bureaux d'études, qui s'appuient toutes sur un même document de travail publié à l'automne 2013 par deux chercheurs du programme de recherche sur les impacts des technologies du futur de l'Université d'Oxford, Carl-Benedikt Frey et Michael Osborne². Pour analyser le bien-fondé de ces prévisions, il faut décortiquer les hypothèses et la méthode d'estimation utilisées par Frey & Osborne.

CONVERGENCE ET PERFORMANCE

Tout d'abord, qu'est-ce donc que cette nouvelle génération de technologies numériques ? On peut la caractériser par deux mots : convergence et performance.

La convergence s'observe dans l'intégration croissante de diverses technologies qui font de plus en plus partie de notre univers quotidien : l'omniprésence d'internet, les applications mobiles sur les smartphones et les tablettes, la géolocalisation permanente, le stockage massif de données dans les emplacements virtuels (le « cloud »), l'interconnexion d'objets via internet, la sollicitation continue à agir et interagir via les outils numériques. Les entreprises

¹ À l'heure où ces lignes sont écrites, on trouve toujours sur le site de la BBC une page web où on peut calculer la probabilité que son propre emploi soit remplacé par un robot : <http://www.bbc.com/news/technology-34066941>

² Frey Carl-Benedikt, Osborne Michael (2013), *The future of work: how susceptible are jobs to computerisation?*, Oxford University, Working paper of the Programme on the impacts of future technology.

de l'économie digitale ont accumulé une quantité gigantesque de données numérisées (« big data ») sur nos habitudes de consommation, de déplacement, de loisirs, de communication, tout en capitalisant un patrimoine énorme de textes, d'images, de sons et d'archives de toutes sortes, depuis la littérature et les arts jusqu'à la cartographie, les codes juridiques et les bases de données scientifiques et médicales. Une nouvelle génération de logiciels de fouille de données (« data mining ») permet aujourd'hui d'extraire, à partir de ces données massives, des modèles de comportement, des profils de consommateurs, des modèles de déplacement, des cartes d'interaction, des raisonnements juridiques, des diagnostics médicaux, des simulations énergétiques ou environnementales, etc.

La performance, quant à elle, se mesure à la capacité d'exploiter et de modéliser cette quantité gigantesque de données, grâce à des algorithmes informatiques de plus en plus puissants. Il ne s'agit pas seulement de faire réaliser, par des ordinateurs, des exploits de sport cérébral au jeu d'échecs ou au jeu de go. Il s'agit aussi de domaines tels que la reconnaissance et la synthèse de la voix, la reconnaissance des formes, la vision numérique à trois dimensions, la perception des distances et des volumes. Qu'ils aient ou non une apparence humanoïde, les nouveaux robots voient, se déplacent, communiquent, apprennent par essai et erreur. Dans leur ouvrage *Le deuxième âge de la machine*³, Eric Brynjolfsson et Andrew McAfee caractérisent les progrès actuels par cette formule : « peu à peu, puis tout d'un coup ». En termes mathématiques, on parlera d'une croissance exponentielle des performances. Un exemple : les logiciels classiques de traduction étaient des outils linguistiques informatisés, qui travaillaient à partir de règles de sémantique et de syntaxe connues des experts en linguistique. Aujourd'hui, un logiciel de traduction travaille tout autrement : il analyse instantanément un corpus énorme de documents numérisés dans toutes les langues, dont le volume dépasse très largement l'entendement humain, et cherche dans ce corpus la traduction la plus vraisemblable.

La puissance économique des grands acteurs de l'économie digitale (les « GAFA » [Google-Apple-Facebook-Amazon], mais aussi Microsoft et toujours IBM) tient à leur maîtrise de la convergence et de la performance.

Ce n'est plus dans les usines de montage automobile qu'il faut aller observer les dernières générations de robots. Allons plutôt dans le secteur de la logistique, dans un entrepôt d'Amazon, par exemple. Les colis, les véhicules, les structures d'entreposage, et bien entendu les salariés, sont devenus des objets communicants, truffés de puces et de capteurs, localisés et orientés en permanence. Ils sont suivis tout au long de la chaîne d'approvisionnement et de livraison⁴.

LES HYPOTHÈSES DE TRAVAIL DE L'ÉTUDE D'OXFORD

Frey et Osborne ont élaboré un modèle qui calcule, pour 700 métiers figurant dans la classification américaine des professions, la probabilité qu'un emploi soit remplacé par un ordinateur ou un robot. Ils partent de l'hypothèse suivante : traditionnellement, on considère que les emplois les plus exposés à l'informatisation sont ceux qui comportent des tâches routinières, qu'elles soient manuelles (des opérations d'usinage ou d'assemblage, par exemple) ou intellectuelles (le calcul du remboursement d'un prêt ou la rédaction d'une police d'assurance, par exemple). Aujourd'hui, les performances exponentiellement croissantes des technologies numériques laissent entrevoir, à un horizon d'une ou deux décennies, la possibilité d'informatiser et de robotiser des tâches non routinières, comportant une dimension cognitive importante ou une dimension intuitive.

³ Brynjolfsson Erik, McAfee Andrew (2015) *Le deuxième âge de la machine. Travail et prospérité à l'heure de la révolution technologique*, Paris, Odile Jacob.

⁴ Pour comprendre le rôle résiduel attribué au travailleur dans ces systèmes d'avant-garde, on peut lire le reportage de Jean-Baptiste Malet, *En Amazonie. Infiltré dans le « meilleur des mondes »*, Paris, Fayard.

Deux domaines technologiques sont privilégiés par les deux chercheurs d'Oxford : les machines apprenantes et la robotique mobile. Sous l'appellation « machines apprenantes », les auteurs englobent tous les dispositifs, matériels ou immatériels, qui exploitent les données massives, la vision électronique, la reconnaissance des formes et des langages, l'intelligence artificielle, et qui sont capables d'améliorer eux-mêmes leurs performances en fonction d'une analyse de leur expérience. Sous la dénomination « robotique mobile », les auteurs font non seulement allusion à la capacité des robots de se déplacer dans des environnements complexes, mais aussi à leur capacité de communiquer avec des objets connectés répandus dans leur environnement (« Internet of things »). Selon ces termes, la voiture sans conducteur de Google est un robot mobile, par exemple.

Ce sont les machines apprenantes et la robotique mobile qui vont permettre de transformer des tâches cognitives en tâches routinières, donc informatisables. Ainsi, les nouveautés à attendre dans l'informatisation des tâches cognitives non routinières concernent le repérage et la correction d'erreurs d'encodage, la réduction des erreurs humaines dues à une maîtrise imparfaite de l'information, l'élaboration de diagnostics techniques, juridiques ou médicaux, l'automatisation de procédures administratives, le remplacement des tâches d'inspection et de surveillance par des capteurs, la production et la traduction de textes standardisés (modes d'emploi, communiqués de presse, courrier officiel). Dans l'informatisation des tâches manuelles non routinières, les nouveautés concerneront la maintenance d'installations techniques, la logistique, la conduite de véhicules (notamment les véhicules industriels et agricoles, avant l'automobile). Pour ce qui concerne les tâches manuelles routinières, qui sont actuellement automatisées et/ou délocalisées dans des pays à bas salaires, les auteurs envisagent que la diminution future du coût des machines apprenantes et mobiles pourrait rendre la robotisation plus rentable que la délocalisation lointaine.

Toutefois, les possibilités techniques de la substitution du travail par les machines sont limitées par ce que les auteurs appellent les « goulots d'étranglement de l'ingénierie », qui sont les tâches pour lesquelles la technologie n'est pas assez compétitive par rapport à l'être humain.

Ils identifient trois types de goulots d'étranglement :

- ❖ Les tâches de perception et de manipulation : les limites concernent les tâches non structurées ou les environnements non structurés, les environnements exigus ou désordonnés, la finesse des perceptions sensorielles, la réaction aux imprévus. Cependant, les progrès en matière de capteurs et de reconnaissance des formes reculent constamment ces limites.
- ❖ Les tâches d'intelligence créative : des robots ou des logiciels peuvent faire d'eux-mêmes des choses nouvelles, mais cette créativité ne se substitue pas à la créativité humaine, elle l'enrichit.
- ❖ Les tâches d'intelligence sociale : tâches relationnelles ou émotionnelles, de négociation, de persuasion, de soins personnels, de conversation non codifiée.

Cette vision du travail révèle une grande ignorance (ou alors un mépris profond) par rapport aux sciences de l'organisation et aux sciences du travail. Une tâche ne peut être définie que par rapport à une organisation collective, à des modalités de spécialisation ou de polyvalence qui peuvent varier considérablement d'une entreprise à l'autre. Tout savoir-faire professionnel, pratique ou abstrait, comporte à la fois une dimension individuelle et une dimension collective, toutes deux construites par l'expérience et l'interaction. L'organisation du travail est aussi le fruit de rapports de forces entre acteurs. Mais pour Frey & Osborne, tout se réduit à la technologie...

LA MÉTHODE ET LES RÉSULTATS

Le modèle élaboré par les chercheurs d'Oxford utilise les descriptions de tâches de la classification nord-américaine des professions, qui diffère de la classification ISCO de l'Organisation internationale du travail, utilisée en Europe. Il repose sur un échantillon de 702 métiers, qui représentent environ 90% des emplois aux États-Unis en 2010. Le modèle calcule une probabilité de substitution du travail

par le capital, en tenant compte, dans chaque métier, de deux types de tâches, substituables et non substituables. Les tâches non substituables sont celles pour lesquelles il existe au moins un des trois goulots d'étranglement de l'ingénierie. Il s'agit d'une logique typiquement technocratique : dès qu'un emploi est considéré comme techniquement substituable, les auteurs supposent qu'il le sera tôt ou tard.

Les résultats distinguent trois catégories de métiers : ceux qui ont une faible probabilité de substitution par la machine (probabilité inférieure ou égale à 30%), une probabilité moyenne (entre 30% et 70%) et une forte probabilité (supérieure ou égale à 70%). Les premiers représentent 33% des emplois en 2010 aux États-Unis, les seconds 19%, les troisièmes 47%. C'est ce dernier chiffre qui explique le message « un emploi sur deux menacé par les robots ».

Les emplois à forte probabilité de substitution par l'informatisation ou la robotisation se trouvent dans les métiers suivants : production industrielle en grande ou en petite série, logistique et manutention, transports, travail de support administratif, services domestiques, commerce (caisses, réassort, comptoir, télémarketing).

Les emplois à probabilité moyenne de substitution sont ceux pour lesquels un des « goulots d'étranglement de l'ingénierie » subsistera au cours des deux prochaines décennies, même si des progrès seront effectués, notamment dans le domaine de la perception et de la manipulation. On y trouve notamment les métiers de l'installation, de la maintenance et de la réparation d'équipements industriels, professionnels, domestiques, etc. Leur degré de substitution dépendra aussi de la restructuration des tâches dans ces métiers, car une simplification des procédures peut mener à une substitution plus facile.

Les emplois à faible probabilité de substitution sont ceux dans lesquels les tâches d'intelligence créative et/ou d'intelligence sociale resteront dominantes au cours des deux prochaines décennies. Cela comprend notamment les métiers du management, des arts, de la recherche scientifique, de la pédagogie, de l'argumentation (négociation, persuasion, plaidoyer), de la consultance, des soins personnels. Cependant, la plupart de ces métiers seront profondément transformés par la présence de nombreux assistants informatiques ou robotiques, qu'il s'agisse de robots matériels, comme dans les soins de santé, ou de robots virtuels, comme dans la recherche scientifique ou dans le diagnostic médical.

L'étude ne donne pas d'horizon précis pour les prévisions, les auteurs écrivent souvent « dans une ou deux décennies » car ils reconnaissent ne pas pouvoir prévoir le rythme de diffusion des innovations. Dans les commentaires, c'est devenu 15-20 ans ou horizon 2030.

UNE EXTRAPOLATION TROP FACILE ET PEU CRÉDIBLE

Les chiffres cités pour les pays européens proviennent d'une extrapolation des calculs des chercheurs d'Oxford. Une extrapolation pure et simple n'est pas difficile : en annexe à leur article, Frey et Osborne fournissent la liste complète des 702 métiers considérés, avec leur probabilité de substitution par la machine. Ils donnent aussi les codes dans la nomenclature nord-américaine, ce qui permet de les transposer à la nomenclature européenne ISCO. C'est ainsi que les résultats de Frey & Osborne ont été répliqués au niveau européen par le Think tank Bruegel, en Belgique par le service d'études de la banque ING, aux Pays-Bas par le bureau de consultance Deloitte, en France par le bureau de consultance Roland Berger, etc. Aucune de ces études ne modifie ni les hypothèses ni les calculs probabilistes des chercheurs d'Oxford ; il s'agit bien d'une réplique pure et simple.

À titre d'exemple, la réplique effectuée pour la Belgique par ING donne les résultats suivants, par catégorie de professions (salariés et indépendants confondus) :

- ❖ Dirigeants, cadres, professions supérieures scientifiques, médicales, pédagogiques ou de gestion : 9% d'emplois ayant une probabilité de substitution moyenne, moins de 5% ayant une probabilité forte.
- ❖ Professions intermédiaires de techniciens, gestionnaires, assistants, superviseurs et métiers paramédicaux : 18% d'emplois ayant une forte probabilité de substitution, 40% une probabilité moyenne.
- ❖ Employés administratifs : 93% ayant une forte probabilité de substitution.
- ❖ Vendeurs, commerçants et autre personnel des services aux particuliers (sécurité, aide sociale, agents des transports publics) : 50% ayant une forte probabilité de substitution, 30% une probabilité moyenne.
- ❖ Agriculteurs et ouvriers qualifiés de l'agriculture et de la sylviculture : 85% ayant une forte probabilité de substitution, 14% une probabilité moyenne.
- ❖ Métiers qualifiés de l'industrie et de l'artisanat : 55% ayant une probabilité forte, 30% une probabilité moyenne.
- ❖ Conducteurs d'installations et ouvriers d'assemblage : 45% ayant une probabilité forte, 55% une probabilité moyenne.
- ❖ Emplois peu qualifiés : 22% ayant une probabilité forte, 78% une probabilité moyenne.

Les résultats sont les mêmes que ceux de l'étude originale d'Oxford, ce sont juste les proportions qui sont différentes, puisque la composition de l'emploi n'est évidemment pas la même qu'aux États-Unis. Le document ING met en évidence, sans les commenter, quelques résultats surréalistes de l'étude d'Oxford : tous les emplois agricoles seraient exposés à la robotisation, deux tiers des emplois d'aide-ménagère disparaîtraient, les emplois de bureau et les emplois de vendeur disparaîtraient à plus de 90%. C'est dire que l'extrapolation pure et simple de l'étude d'Oxford est peu crédible. Et ce n'est pas la seule critique qu'on peut lui adresser.

LES LEÇONS DU PASSÉ

Dans un document de travail pour l'Institut syndical européen intitulé *Le travail dans l'économie digitale : continuités et ruptures*⁵, nous avons mis en évidence l'absence de relation directe de cause à effet entre l'innovation technologique, la productivité et l'emploi. Les chercheurs d'Oxford et leurs émules ont une vision simpliste de cette relation : le processus d'informatisation et de robotisation n'est freiné que par des « goulots d'étranglement de l'ingénierie ». Cette vision technocratique et déterministe a toujours conduit dans le passé à des prévisions fausses, car les effets attendus sont systématiquement exagérés. La transformation des entreprises et des organisations est un processus beaucoup plus complexe que la simple substitution travail/capital. Dans les années 1980, l'arrivée du traitement de texte faisait craindre un effondrement des emplois de secrétariat. Aujourd'hui, ces emplois sont plus nombreux, plus diversifiées et plus qualifiés. Au début des années 2000, l'expansion des progiciels de gestion intégrée (ERP) allait « dégraisser » tous les services comptables. Aujourd'hui, les spécialistes de la comptabilité constituent toujours un métier en pénurie. Les exemples de ce type sont nombreux. L'informatisation s'est avérée à la fois un outil de rationalisation, qui peut détruire des emplois, et un outil de réorganisation, qui peut mener à de nouveaux produits et services et à de nouvelles opportunités professionnelles.

⁵ Valenduc Gérard, Vendramin Patricia (2016), *Le travail dans l'économie digitale : continuités et ruptures*, Working Paper ETUI 2016.3, European Trade Union Institute, mars 2016.

La question du rythme de diffusion des innovations n'est jamais abordée dans le raisonnement de Frey & Osborne. Les innovations sont implicitement considérées comme immédiatement disponibles pour tous, dès qu'elles existent. Or il y a un décalage entre, d'une part, le rythme d'accroissement exponentiel de la performance des technologies et, d'autre part, le rythme beaucoup plus lent d'adoption et d'appropriation des innovations dans les entreprises et les autres organisations. L'adoption d'une nouvelle génération de technologies est un processus inégalitaire. Des disparités importantes se manifestent selon la taille des entreprises, leur localisation géographique, leur secteur d'activité, la disponibilité d'une main-d'œuvre qualifiée, etc.

Enfin, le raisonnement basé sur les tâches substituables ou non substituables par la machine révèle une conception simpliste du travail. Un même métier peut comporter, d'une entreprise à l'autre, un mélange très variable de tâches, qui est le reflet des changements organisationnels et technologiques antérieurs. De plus, un métier ne se définit pas seulement par un mix de tâches, mais aussi par un positionnement dans une organisation, par des compétences acquises dans la formation et par l'expérience, par une trajectoire ou une carrière, par l'appartenance à un collectif. Dans *Le deuxième âge de la machine*, Brynjolfsson & McAfee, qui partagent avec Frey & Osborne une conception assez semblable du déterminisme technologique, arrivent pourtant à des conclusions différentes. Ils suggèrent d'arrêter de faire la compétition *contre* les machines et d'apprendre à faire la course *avec* elles. La capacité de formuler de nouveaux projets, la créativité, la subjectivité, la capacité de partager des émotions ou des opinions, les innovations organisationnelles et sociales sont des spécificités humaines. Selon eux, l'avenir du travail sera conditionné par notre capacité à exploiter pleinement l'avantage comparatif des humains par rapport aux machines intelligentes.

Pour terminer, on s'interrogera sur la portée politique de ces discours alarmistes sur la robotisation et l'emploi. En agitant le spectre d'une catastrophe prochaine, ne vise-t-on pas à faire accepter, sous prétexte de la menace, des conditions d'emploi et de travail de plus en plus défavorables aux salariés ? Poser la question, c'est déjà y répondre...

Gérard VALENDUC

Article paru dans *Démocratie*, mai 2016, n°5, p.5-9.

Protection de la propriété intellectuelle : la FTU utilise le système de licences et de partage des connaissances Creative Commons
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/be/deed.fr>



Les notes d'éducation permanente sont mises à disposition selon les termes de la [licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage à l'Identique 3.0 non transposé](#).

Les autorisations au-delà du champ de cette licence peuvent être obtenues à gvalenduc@ftu-namur.org.

**FTU – Association pour une
Fondation Travail-Université**

Rue de l'Arsenal, 5 – 5000 Namur
 +32-81-725122
 Chaussée de Haecht, 579 – 1030 Bruxelles
 +32-2-2463851

Site éducation permanente : www.ftu.be/ep
 Site recherche : www.ftu-namur.org

Éditeur responsable : Pierre Georis



Avec le soutien de la Communauté française / Fédération Wallonie Bruxelles