



HAL
open science

Robots : vers la fin du travail ?

Gilles Saint-Paul

► **To cite this version:**

| Gilles Saint-Paul. Robots : vers la fin du travail ?. 2017. halshs-01513006

HAL Id: halshs-01513006

<https://shs.hal.science/halshs-01513006>

Preprint submitted on 24 Apr 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



PARIS SCHOOL OF ECONOMICS
ÉCOLE D'ÉCONOMIE DE PARIS

WORKING PAPER N° 2017 – 12

Robots : vers la fin du travail ?

Gilles Saint Paul

JEL Codes:

Keywords:



PARIS-JOURDAN SCIENCES ÉCONOMIQUES

48, Bd JOURDAN – E.N.S. – 75014 PARIS
TÉL. : 33(0) 1 43 13 63 00 – FAX : 33 (0) 1 43 13 63 10
www.pse.ens.fr

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE – ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES EN SCIENCES SOCIALES
ÉCOLE DES PONTS PARISTECH – ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – UNIVERSITÉ PARIS 1

Robots : vers la fin du travail ?

Gilles Saint-Paul, professeur à l'Ecole Normale Supérieure (Paris Sciences Lettres) et à l'Ecole d'Economie de Paris¹

Résumé

L'histoire économique nous enseigne que si le progrès technique ne profite pas à tous les travailleurs lorsqu'il apparaît, à long terme il est le facteur principal de la hausse extraordinaire des salaires et du niveau de vie que l'économie mondiale a connue depuis la révolution industrielle. Pourtant, les progrès de la robotique pourraient bien remettre en question cet optimisme et donner raison aux cassandre qui prophétisaient la fin du travail. En effet, le champ de ces technologies ne cesse de progresser, au point où la totalité des tâches effectuées par les humains seraient robotisables. Si c'est le cas, l'économie et la société en seraient profondément transformés. On considère cinq scénarios. Dans trois d'entre eux, une classe humaine quasi-oisive se maintient grâce à des transferts prélevés sur la production effectuée par les robots. Ces transferts peuvent s'effectuer à travers l'Etat-Providence, le clientélisme d'une oligarchie possédant les robots, ou le maintien néo-fordiste d'emplois tertiaires dont la fonction essentielle serait le versement d'un salaire qui permettrait le maintien du pouvoir d'achat. En l'absence de mécanismes redistributifs, on envisage deux autres scénarios. Selon le scénario malthusien, le salaire tombe au niveau du salaire de subsistance et la population humaine diminue, ne laissant subsister qu'une classe de rentiers vivant de la possession de robots. Selon le scénario virtuel, le salaire de subsistance lui-même baisse considérablement sous l'effet des nouvelles technologies : la population se maintient en dépit des baisses de salaire.

¹ Intervention au colloque *Vers de Nouvelles Humanités?*, organisé par l'Association Française de Philosophie du Droit et la Cité des Sciences, les 23 et 24 mars 2017. Ces travaux ont bénéficié du soutien financier de Paris Sciences Lettres et du labex OSE.

Robots : Toward the end of work ?

Abstract

Economic history teaches us that if technical progress does not benefit all workers when it appears, in the long term it is the main factor in the extraordinary rise of wages and living standards that the world economy has experienced since the industrial revolution. However, advances in robotics may well question this optimism and vindicate the Cassandras who prophesied the end of the work. Indeed, the scope of these technologies continues to grow, to the point where all of the tasks performed by humans are potentially robotisable. If this is the case, the economy and society would be deeply transformed. Five scenarios are considered. In three of them, a quasi-idle human class enjoys higher standards of living through transfers from the production carried out by robots. These transfers can be made through the welfare State, a clientelist system implemented by a robot-owning oligarchy, or the preservation by large firms of highly paid service jobs, whose main role would be to sustain high living standards and a large market base for the mass-produced goods produced by the robots. In the absence of redistributive mechanisms, I consider two other scenarios. Under the Malthusian scenario, wages fall below subsistence levels and the world population falls. Only a class of rentiers who own robots survives. According to the virtual scenario, the living wage itself drops considerably under the influence of new technologies, allowing for the working population to survive despite lower wages.

Introduction

Le progrès technique a toujours rencontré des résistances. C'est que tout le monde n'y trouve pas son compte. Ainsi, Marx rapporte comment le maire de Dantzig, au seizième siècle, fit étrangler en secret un certain Anton Muller qui venait d'inventer un métier qui permettait de tisser jusqu'à six pièces simultanément. La révolte des Luddites et, plus près de nous, les réactions qu'ont connues l'introduction de la carte Vitale ou Uber témoignent également de telles résistances au progrès technique.

En effet, une innovation s'applique rarement de manière uniforme. Elle profite à certaines catégories de travailleurs et nuit à d'autres. Certaines innovations profitent aux travailleurs peu qualifiés et nuisent à certaines catégories de travailleurs qualifiés, comme ce fut le cas pour la chaîne d'assemblage inventée par Henry Ford, qui rendit obsolète tout un savoir-faire artisanal dans le domaine de l'automobile, tout en contribuant en même temps à la hausse des salaires ouvriers – permise par les énormes gains de productivité que représentaient la chaîne d'assemblage – et à celle du pouvoir d'achat des consommateurs – ces mêmes gains de productivité entraînant une baisse drastique du prix des automobiles. D'autres innovations, au contraire, tendent à accroître les inégalités salariales, voire à paupériser les travailleurs non qualifiés, parce qu'elles sont complémentaires avec le travail qualifié et se substituent au travail peu qualifié. Songeons par exemple au remplacement des poinçonneurs du métro par des tourniquets, des caissières par des scanners, ou des concierges par des digicodes.

Pourtant, depuis la révolution industrielle, les prédictions selon lesquelles l'innovation conduirait à une forme de paupérisation, voire à la « fin du travail », ont toujours été battues en brèche. Au contraire, le progrès technique a permis une élévation considérable des salaires réels et du niveau de vie des consommateurs. Et l'emploi n'a baissé que dans la mesure où la durée individuelle du travail a baissé, ce qui est une réponse complètement normale à la hausse du pouvoir d'achat : la hausse des revenus se traduit non seulement par une hausse de la demande de biens et services – celle-ci permettant précisément d'absorber le surcroît de production entraîné par les gains de productivité – mais aussi par une hausse de la demande de loisir et donc par une baisse tendancielle du temps de travail.

Les effets négatifs sur certaines catégories de travailleurs se sont avérés sans conséquence sur le long terme parce que ceux-ci se redéploient tôt ou tard vers les secteurs les plus dynamiques, c'est-à-dire ceux où les salaires sont en hausse, tandis que l'ensemble des consommateurs profite des innovations à travers la baisse des coûts qu'elles permettent et l'introduction continue de nouveaux produits.

Depuis le milieu des années 1970, l'économie mondiale connaît une nouvelle vague d'innovations ayant des effets asymétriques selon les catégories de travailleurs considérées.

Il s'agit de progrès liés à l'automatisation et aux nouvelles technologies de l'information et de la communication. On considère en général que ces innovations sont responsables de la hausse de l'inégalité salariale dans la plupart des pays occidentaux au cours des quatre dernières décennies. Ainsi, par exemple, sur la période 1963-2005, aux Etats-Unis, le salaire réel des travailleurs les moins éduqués ne progresse que de 2.6 %, tandis que celui des travailleurs éduqués augmente de 59 %. Pire, entre 1979 et 1995, soit pendant près de deux décennies, le salaire horaire des travailleurs les moins éduqués a baissé de 20 %, ce qui annule tous les gains salariaux de ces catégories entre 1963 et 1979.² Les nouvelles technologies de l'information sembleraient donc non seulement favoriser les travailleurs qualifiés en termes relatifs, mais aussi se traduire par une perte absolue de salaire réel pour les moins qualifiés. Cependant, depuis 1995, les salaires des moins qualifiés augmentent à nouveau, bien que la hausse des inégalités salariales se poursuive, puisque les gains des catégories éduquées restent supérieurs.

Si pour certains observateurs ces évolutions sont alarmantes de par leurs conséquences sur la cohésion sociale, on ne les considère pas en général comme susceptibles de conduire à une « singularité » telle que, par exemple, la fin du travail prophétisée en son temps par des auteurs comme Rifkin³. Il est plus probable que la hausse de l'inégalité devrait se stabiliser, puis s'inverser au fur et à mesure qu'une part grandissante de la population acquerra les compétences nécessaires à la révolution des technologies de l'information. Cet optimisme relatif devrait être renforcé par des analyses plus récentes des effets des nouvelles technologies sur le marché du travail, qui privilégie une analyse en termes de tâches effectuées. On montre en effet que ce n'est pas tant la demande de travail non qualifié qui est réduite par ces innovations, que la demande de tâches routinières. Certes, comme les exemples ci-dessus l'illustrent, ces tâches sont généralement effectuées par des travailleurs peu qualifiés. Mais pas systématiquement. D'une part, des secteurs requérant des qualifications relativement élevées, tels que la comptabilité ou l'audit, reposent sur des tâches cognitives routinières fort susceptibles de s'informatiser. D'autre part, des secteurs relativement peu qualifiés (déménagement, transport, jardinage, plomberie...) sont intensifs en tâches manuelles non routinières et peu exposés à l'automatisation⁴. Ces spécificités ouvrent la porte à un ajustement relativement rapide des travailleurs peu qualifiés aux tendances technologiques, qui serait fondé sur une réallocation de leurs activités au profit des tâches manuelles non routinières.

² Voir David Autor, Lawrence Katz and Melissa Kearney : "Trends in US wage inequality: Revising the revisionists", *Review of Economics and Statistics*, Mai 2008.

³ Voir Jeremy Rifkin, *La fin du travail*, La Découverte, 1997.

⁴ Voir en particulier Autor D. et Dorn D. (2013), « The growth of low skill service jobs and the polarization of the U.S. labor market », *American Economic Review*, 103(5), p. 1553-1597., et Autor D., Levy F. et Murnane J. (2003), « The skill content of recent technological change: An empirical exploration », *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), p. 1279-1333. Voir également Cécile Jolly, « La polarisation des emplois : une réalité plus américaine qu'européenne ? », Document de travail n° 2015-04, France Stratégie, août 2015.

On serait donc tenté de conclure que la révolution technologique des années 1970, bien que susceptible d'accroître de façon permanente l'inégalité salariale, ne diffère pas des précédentes, en ceci qu'elle ne devrait pas conduire à une transformation radicale de la société telle qu'envisagée par les tenants de la « fin du travail », et qu'à long terme elle devrait être bénéfique à l'ensemble de la population, même si ces bénéfices sont inégalement répartis.

Cette conclusion plutôt optimiste repose cependant sur l'idée que les tâches susceptibles d'être informatisées resteront suffisamment circonscrites. Ce qui signifie deux choses. D'une part, les progrès de l'intelligence artificielle ne seront pas suffisants pour que la machine puisse se charger de tâches non routinières, impliquant par exemple une certaine autonomie de décision face à des situations inhabituelles. D'autre part, les tâches routinières effectuées par les travailleurs qualifiés resteront trop complexes pour être spécifiées sous forme d'algorithme.

Or, les progrès récents de la robotique conduisent à une remise en cause de ces hypothèses. De plus en plus, il apparaît que c'est la totalité du travail humain qui pourra un jour être transférée aux robots. Dans leurs ouvrages *Race against the machine* (2012), et *The second machine age* (2014), Brynjolfsson et McAfee décrivent comment les progrès rapides de la robotique ont battu toutes les prédictions⁵ :

- En 2004 s'est tenue une compétition de robotique dont l'objet était de construire un véhicule sans chauffeur capable de traverser deux cent kilomètres de désert. Le véhicule le plus performant n'a pu effectuer une course que de huit kilomètres, et cela lui a pris plusieurs heures. Six ans plus tard, les *Google cars*, équipés de senseurs leur permettant de suivre les déplacements de dizaines de véhicules qui les environnent, connectés en temps réel à des bases de données comme Google maps et Google Street view leur permettant une connaissance précise de la topographie et des conditions de trafic, naviguent sans encombre parmi le trafic heurté des autoroutes californiennes.
- En 2011, un logiciel bat à plate couture les candidats humains du jeu télévisé *Jeopardy !*, une sorte de « Questions pour un champion » inversé où l'on donne la réponse aux participants, et ceux-ci doivent trouver la question. L'algorithme utilisé repose sur la recherche d'informations contextuelles dans une base de données contenant des centaines de millions de documents de toutes sortes digitalisés.
- Les activités non routinières peu qualifiées comme la préhension ou le déplacement se sont longtemps avérées des défis considérables pour la robotique – la personne qui marche sur un trottoir résoud inconsciemment et sans effort une équation aux dérivées partielles si complexe que sa simple formulation est-elle-même très difficile.

⁵ Voir Erik Brynjolfsson et Andrew McAfee, *le deuxième âge de la machine*, Odile Jacob, 2015 ; Erik Brynjolfsson et Andrew McAfee, *Race against the machine*,

http://ebusiness.mit.edu/research/Briefs/Brynjolfsson_McAfee_Race_Against_the_Machine.pdf

Cependant, dans ce domaine, des avancées existent également, et l'on peut imaginer que, comme dans les autres domaines, les progrès connaîtront un jour une phase d'accélération qui conduira à l'automatisation des tâches non cognitives et non routinières. Ainsi, le robot Kiva, utilisé par Amazon, effectue des tâches de manutention dans un entrepôt ; il apporte une colonne d'étagères contenant, entre autres, le produit devant être expédié là où se trouve l'employé chargé de l'emballage ; ce dernier prend le produit sur l'étagère et se charge de l'expédition, tandis que le robot va déposer l'étagère à l'emplacement le plus efficace possible dans l'entrepôt⁶. Demander au robot de transporter l'ensemble de l'étagère plutôt que le produit seul permet de standardiser le travail de manutention : le processus de production est repensé de façon à ce que les tâches non routinières soient remplacées par des tâches routinières automatisables, dans le même esprit que la chaîne d'assemblage d'Henry Ford.

La suite de cet article s'interroge sur les conséquences politiques, économiques et sociales de cette observation.

Les conséquences économiques de la robotisation : Vers un nouveau régime d'accumulation

Supposons donc que *toutes* les formes de travail soient automatisables. Cela ne signifie pas pour autant que le travail humain doive *a priori* disparaître. Mais cela signifie que pour un travailleur appartenant à une catégorie quelconque, son emploi est effectuable par un robot et donc que son salaire d'équilibre est égal au coût d'usage de ce robot. Désormais, les salaires ne dépendent plus de la rareté relative du travail et du capital mais de la productivité des robots et de leurs conditions de fabrication. Ceci implique un certain nombre de conséquences.

1. La robotisation intégrale de l'économie représente une source potentielle de *croissance soutenue*. On considère traditionnellement que l'accumulation de capital productif ne permet pas la croissance à long terme parce que sujette à la loi des rendements décroissants : plus l'on accumule de capital, plus la rareté des facteurs de production complémentaires, comme la quantité et la qualité de la main d'œuvre, bride la productivité du capital supplémentaire. A long terme, l'économie ne peut croître que sous l'effet d'innovations technologiques récurrentes, et certains analystes doutent que le rythme d'innovation que nous avons connu depuis la révolution industrielle puisse être maintenu indéfiniment⁷. Si l'ingéniosité humaine a

⁶ Voir "A day in the life of a Kiva robot", <https://www.youtube.com/watch?v=6KRjuuEVEZs>

⁷ C'est la thèse de Tyler Cowen dans son ouvrage *The Great Stagnation*. Cf Tyler Cowen, *The Great Stagnation: How America Ate All the Low-Hanging Fruit of Modern History, Got Sick, and Will(Eventually) Feel Better*, Dutton, 2011.

permis jusqu'ici d'échapper, grâce à l'innovation, à la stagnation à laquelle un régime d'accumulation pure aurait inévitablement conduit à cause de la loi des rendements décroissants, rien n'indique que cette même loi ne s'applique pas également au progrès technique⁸. Bien entendu, les progrès de la robotique ne valident pas un pareil pessimisme mais, surtout, réhabilitent la possibilité d'un régime de croissance fondé sur la seule accumulation de capital. En effet, lorsque le capital productif augmente, la main-d'œuvre n'est plus un facteur limitatif puisqu'il est désormais possible de l'accroître proportionnellement en augmentant le nombre de robots. La robotique met fin à la complémentarité traditionnelle entre travail et capital en transformant le travail en une nouvelle forme de capital. Ainsi, si Amazon désire accroître la taille de ses activités, elle doit en particulier mettre en œuvre une coûteuse campagne de recrutement. Si l'ensemble des entreprises sont dans ce cas, la concurrence entre ces entreprises sur le marché du travail se traduira par une hausse des salaires qui rétablira l'équilibre en les dissuadant d'embaucher au-delà de la quantité totale de main d'œuvre disponible. Cette rareté du travail joue un rôle double. D'une part, elle freine les capacités d'accumulation de l'économie : au-delà d'une certaine limite, le niveau de salaire est tel que les entreprises ne désirent plus investir. D'autre part, elle joue le rôle de courroie de transmission de la profitabilité vers les salaires : lorsque celle-ci augmente, il est plus rentable d'embaucher, ce qui se traduit in fine par des salaires plus élevés. Cela est en particulier le cas lorsqu'il y a du progrès technique : celui-ci augmente la rentabilité des entreprises et leurs incitations à croître, d'où une hausse des embauches et des salaires. L'économie atteint une situation d'équilibre où les salariés sont mieux payés parce que plus productifs, et c'est à travers la concurrence des entreprises sur le marché du travail que cette situation se produit.

Dans un monde robotisé, cependant, Amazon n'a plus besoin de recruter pour accroître la taille de ses opérations : il lui suffit de se procurer la quantité nécessaire de robots Kiva (eux-mêmes produits par des machines-outils et par d'autres robots) pour implémenter sa stratégie de croissance.

2. Dans un régime de croissance traditionnel, l'accumulation de capital est bénéfique aux salaires, selon le mécanisme que nous venons d'esquisser : l'investissement stimule l'embauche et l'équilibre sur le marché du travail implique que les salaires doivent augmenter. Dans le régime robotisé, comme nous venons de le voir, *cette courroie de transmission de l'accumulation de capital vers les salaires est rompue* : au lieu d'embaucher, on produit désormais des robots supplémentaires. Le salaire d'équilibre dépend désormais du coût et de la productivité de ces robots. Ainsi, par

⁸ Ainsi, Robert Gordon considère que les gains de productivité permis par la révolution numérique sont en train de s'essouffler, ce qui explique le ralentissement de la croissance de la productivité globale des facteurs (qui est une mesure de la contribution du progrès technique à la croissance). Voir Gordon, R., 2013, U.S. Productivity Growth: The Slowdown Has Returned After a Temporary Revival, *International Productivity Monitor* 25, pp. 13–19.

exemple, si un robot dont le coût d'usage (maintenance plus frais financiers) est de deux cents euros par mois effectue les mêmes tâches qu'un travailleur à temps plein, alors le salaire d'équilibre de ce travailleur est de deux cents euros. Comme la complémentarité entre travail et capital est rompue, l'accumulation de capital n'augmente pas la productivité de ce travailleur parce qu'elle ne le rend pas plus nécessaire, les robots pourvoyant aux besoins supplémentaires de main d'œuvre. Le salaire reste donc égal à deux cent euros : les travailleurs ne bénéficient pas des ressources produites par le capital et les robots supplémentaires. Les propriétaires de capital et de robots s'approprient la totalité des fruits de la croissance.

3. Les progrès de la robotique *appauvrissent les travailleurs*. Dans l'exemple qui précède, si le nombre de tâches que notre robot peut effectuer double, c'est désormais deux travailleurs à temps plein qu'il peut remplacer, et le salaire d'équilibre tombe à 100 euros. Cependant, il subsistera certaines innovations susceptibles d'augmenter les salaires : celles qui augmentent la valeur d'une tâche donnée. Pour revenir à l'exemple d'Amazon, un doublement de la vitesse ou de la capacité de charge d'un Kiva aura un effet négatif sur les salaires. Mais une hausse de la valeur des produits transportés (par exemple parce qu'on vient d'inventer une nouvelle génération de smartphones) augmentera simultanément et proportionnellement le salaire d'équilibre et le rendement économique des robots.

Notons cependant que cette paupérisation salariale n'implique pas nécessairement une perte de bien-être sur l'ensemble de la vie. En effet, si les travailleurs voient leur salaire baisser lorsque les robots deviennent plus efficaces, en revanche le rendement financier de leur épargne augmente car celle-ci est investie dans des technologies plus productives. On peut montrer qu'il est d'autant plus probable que les travailleurs profitent des progrès de la robotique que leur propension à épargner est élevée et que les rendements des tâches effectuées par le travail et les robots sont faiblement décroissants.

4. Sur le plan économique, le système éducatif sera *obsolète*. Dans un régime de croissance traditionnel, il permet d'acquérir du capital humain et d'augmenter son salaire. Mais nous avons vu plus haut qu'une tâche est automatisable non pas selon qu'elle soit qualifiée ou non, mais en fonction de son caractère routinier. De fait, le système éducatif est naturellement orienté vers les tâches cognitives routinières (comptabilité, etc) dont on a vu qu'elles étaient bien plus facilement automatisables que les tâches non cognitives non routinières telles que la manutention ou la plomberie : l'enseignement a ceci de commun avec l'automation que, comme elle, il est fondé sur la formalisation et la standardisation. Dans un régime de croissance robotisé, il n'y a plus lieu de recourir au système éducatif pour accroître les qualifications des humains : le gain économique en sera sans doute très faible. On pourrait envisager une révolution éducative, un redéploiement des écoles vers l'enseignement de la créativité et de la « communication complexe ». Il n'est pas clair, compte tenu de la nature standardisée du système éducatif, que de tels talents

puissent s'enseigner. L'éducation est appelée à devenir de plus en plus une activité récréative, ce qui remet en question son caractère obligatoire et gratuit, ainsi que l'intérêt de transmettre un « tronc commun de connaissances ». Si l'on considère que le rôle actuel de l'éducation est d'offrir, de manière égalitaire, un certain niveau de capital humain à toute la population, afin d'éviter la pauvreté, alors la transposition logique de ces objectifs dans un monde robotisé consiste naturellement à doter chaque citoyen d'une certaine quantité de droits de propriété sur les robots, puisque ce seront eux qui se substitueront aux qualifications comme facteur de production, et donc source de revenus et de bien-être.

Les obstacles à la croissance : une répartition inégale

Si l'omniprésence des robots offre la possibilité d'un régime de croissance soutenue par leur simple accumulation, le fait que les fruits de cette croissance soient entièrement appropriés par les propriétaires de robots, alors que les salaires stagnent, constitue un obstacle à la concrétisation de cette possibilité.

Ceci pour deux raisons :

Premièrement, parce que l'accumulation du capital repose primordialement sur *l'épargne salariale*. Dans une perspective de cycle de vie, les individus accumulent de la richesse pendant leur vie active, afin de financer leur consommation comme retraités et de pourvoir aux « coups durs ». Cette épargne provient de leurs revenus du travail ; elle est investie dans l'économie sous forme de capital productif et de robots ; la quantité de capital et de robots est donc limitée par l'épargne salariale disponible. Or, comme la croissance n'augmente plus les salaires dans le régime robotisé, l'épargne salariale stagnera ce qui empêchera le nombre de robots de croître de façon soutenue.

On peut cependant imaginer l'émergence d'une caste de capitalistes tirant leurs revenus des robots et épargnant une fraction de ces revenus. Il est exact que cette caste pourra accumuler des robots de manière illimitée puisque son épargne repose sur le nombre de robots qu'elle possède, qui croît au cours du temps. Mais si, initialement, la taille de cette caste est faible relativement à la masse salariale, le régime de croissance robotisée ne démarrera que très lentement⁹.

Deuxièmement, le régime de croissance robotisé peut être freiné par une trop faible *taille du marché* pour les produits de consommation de masse. Si la majeure partie du PIB est approprié par un petit nombre de détenteurs de robots et de capital, ceux-ci ne pourront pas consommer tous les biens produits par les robots. La perspective d'atteindre un point de saturation de leurs besoins les conduira à réduire leur

⁹ Comme cette caste accumule sans limite alors que les salaires stagnent, elle finira par s'approprier la quasi-totalité du PIB, mais si ses actifs sont initialement faibles relativement à la taille de l'économie, ce processus prendra un temps très long.

épargne : le processus d'accumulation ne décolle pas parce que cette accumulation est inutile pour le petit nombre de personnes qui possèdent le capital.

Ainsi, ni l'épargne salariale – limitée par le fait que les revenus du travail n'augmentent pas – ni celle des capitalistes – réduite par la perspective de saturation de leurs propres besoins – ne sont suffisantes pour déclencher une mécanique de croissance à long terme fondée sur l'accumulation, en dépit du fait que la robotisation rend cette mécanique techniquement possible.

Dans de telles circonstances, la croissance est susceptible d'être stimulée par des mécanismes de redistribution au profit des travailleurs. Nous nous demandons maintenant dans quelle mesure la robotisation peut conduire à des évolutions socio-politiques propices à une telle redistribution.

Vers une nouvelle société ? Six scénarios

S'il existe un mécanisme de redistribution des revenus du capital au profit des travailleurs, alors ceux-ci épargneront une fraction du transfert qui leur échoit. Ce dernier étant assis sur les revenus du capital, il sera d'autant plus élevé que le stock de robots (et de capital) est lui-même élevé. Le mécanisme redistributif indexe donc le revenu des travailleurs sur le stock de robots et sur la croissance : leur épargne augmente avec le PIB, ce qui n'était pas le cas en l'absence de redistribution puisque leur salaire, lui, stagne. Cette redistribution est donc favorable à la croissance dans la mesure où les travailleurs ont une propension à épargner plus élevée que les capitalistes. Comme on l'a vu plus haut, ce sera le cas soit parce que les « capitalistes » sont âgés et donc désépargnent, soit parce qu'ils anticipent une saturation de leurs besoins¹⁰.

Mais nous adoptons ici une perspective positive, et non pas normative. Il convient donc de s'interroger si de tels mécanismes redistributifs verront le jour, ou encore si les systèmes de transferts qui existent déjà seront renforcés, comme réponse *endogène* de l'économie à la robotisation.

Le scénario social-démocrate

¹⁰ Dans le cas contraire, une redistribution accrue financée par un impôt sur les revenus du capital et des robots sera néfaste à la croissance. Mais cette croissance ne profite qu'aux propriétaires de capital et de robots. Si ceux-ci restent peu nombreux, la redistribution permet d'augmenter le niveau de vie du plus grand nombre et de l'indexer sur le niveau du PIB. Cependant, le niveau de redistribution affecte différentes générations différemment. Un taux d'imposition faible stimule la croissance, ce qui profite aux générations futures pourvu qu'elles soient suffisamment lointaines, y compris dans le cas où elles ne possèdent pas de robots. En effet, bien que le taux d'imposition soit plus faible, cela est plus que compensé par le fait que la base d'imposition est plus large, du fait du supplément de croissance. Un taux d'imposition élevé, au contraire, profite aux générations courantes ou aux générations futures proches, et est moins favorable aux générations éloignées qu'un taux faible.

Le scénario le plus simple à envisager est que, sous l'effet du vote démocratique, les travailleurs imposent une taxation accrue du capital, à leur profit. En effet, plus leurs revenus sont faibles relativement aux détenteurs de capital, plus ils auront d'incitations à augmenter la fiscalité. On peut donc s'attendre à ce que, de manière naturelle, la redistribution joue un rôle accru. Si l'économie suit un sentier de croissance soutenable, alors à long-terme les transferts représenteront la quasi-totalité des revenus des travailleurs, et la taille du système redistributif sera « maximale », c'est-à-dire que les travailleurs voteront pour le taux d'imposition qui maximise les recettes publiques, correspondant au sommet de la courbe de Laffer. A long terme, la fin du travail est actée : les capitalistes vivent du rendement des robots, et les autres de transferts sociaux.

Le scénario clientéliste

On peut également imaginer que les propriétaires du capital, afin de prévenir le scénario précédent, mettent en place leur propre système redistributif, fondé sur le clientélisme. Ce clientélisme pourrait d'ailleurs être guidé par d'autres motifs : dans la mesure où les possibilités de consommation des riches sont bornées, ceux-ci, une fois atteint un certain niveau d'aisance, voudront naturellement utiliser leur capital à d'autres fins, et en particulier celle de jouer un rôle politique.

La société serait alors comparable à celle de l'Empire romain, les robots jouant le rôle des esclaves et les travailleurs devenant une sorte de plèbe attachée en tant que clientèle aux oligarques possesseurs de robots, ces derniers s'appuyant sur celle-là pour accroître leur influence politique.

Par ailleurs, tout comme les sociétés censitaires du dix-neuvième siècle ont fini par étendre la franchise électorale tout en investissant dans l'éducation des masses, cette société d'oligarques pourrait vouloir investir durablement dans la paix sociale en donnant un nombre de robots suffisant à la plèbe, se transformant ainsi en une société de rentiers.

Le scénario néo-fordiste

Par « fordisme » j'entends un système où, par un mécanisme quelconque, les entreprises maintiennent des salaires élevés afin de soutenir la demande pour les produits de grande consommation. L'idée d'Henry Ford était qu'en payant généreusement ses employés, ceux-ci seraient en mesure de se procurer des automobiles Ford. Dans les années 60, l'émergence de catégories managériales intermédiaires telles que les « cadres » a créé une demande massive pour des produits industriels haut-de-gamme : ameublement, automobile, semi-luxe, hi-fi, etc. On peut donc imaginer qu'à l'aube de la nouvelle ère robotique, les entreprises s'organisent pour maintenir des emplois relativement bien payés afin de préserver

une demande suffisante pour les biens industriels massivement produits par les robots.

D'un point de vue orthodoxe, cependant, le système néo-fordiste semble instable. Les salaires sont formés afin de garantir un certain pouvoir d'achat, ce qui signifie que les travailleurs sont payés plus que leur salaire d'équilibre. Le pouvoir d'achat ainsi créé ne se portant pas généralement sur le produit de l'entreprise en question, contrairement à ce que semblait penser Henry Ford, on voit mal comment ce système pourrait survivre à la libre entrée d'entreprises « néo-classiques » qui rémunèreraient leurs travailleurs à leur salaire d'équilibre tout en profitant de la demande induite par les salaires généreux versés par leurs concurrents. Ces entreprises seraient plus profitables et élimineraient les entreprises « fordistes » en pratiquant des prix plus faibles.

Ce n'est donc que dans un capitalisme fondé sur la collusion entre des grandes entreprises que l'on peut s'attendre à ce que le néo-fordisme survive¹¹. Cette hypothèse est cependant relativement plausible : le secteur de la nouvelle économie, par exemple, a connu une phase de concentration et s'est consolidé autour d'un petit nombre d'acteurs : Microsoft, Apple, Google, Amazon, Facebook...

Si le néo-Fordisme ne représente pas la fin du travail, il le réinvente cependant : l'emploi n'est plus tant une liste de tâches à effectuer qu'un droit à un revenu.

Les trois scénarios qui précèdent sont fondés sur différentes méthodes de redistribution : fiscalité votée démocratiquement, clientélisme politique, politiques salariales. En examinant ces scénarios, nous avons supposé qu'ils émergeront naturellement comme conséquence des tensions redistributives qu'engendrera la robotisation. Cependant, cette émergence risque d'être contrariée par un certain nombre de facteurs. D'une part, il est possible aux détenteurs de robots de se soustraire à l'impôt redistributif en installant leurs usines ailleurs, la présence locale d'une main-d'œuvre qualifiée ou non ne représentant plus une contrainte. D'autre part, dans certains états non démocratiques, gouvernés par une oligarchie, l'influence politique des laissés pour compte de la robotisation sera très faible. Il est donc possible qu'aucun des mécanismes compensatoires mentionnés ci-dessus ne soit appliqué. Enfin, même dans un état démocratique, l'accumulation de patrimoine transmissible peut, à long terme, réduire l'influence politique des travailleurs et les incitations à redistribuer. C'est cette première hypothèse que nous considérons tout d'abord.

Le scénario des rentiers

¹¹ De fait, ce n'est que vers 1927 que Chevrolet fut en mesure de proposer sur le marché un modèle aussi économique que la Ford T, introduite en 1908. Ainsi, jusqu'en 1927, Henry Ford pouvait se convaincre que le surcroît de salaire qu'il versait à ses travailleurs serait bel et bien dépensé en automobiles Ford, pour autant que ceux-ci décidassent d'acquérir un véhicule.

Revenons vers le scénario social-démocrate évoqué plus haut. Selon ce scénario, la masse des travailleurs vit désormais de transferts sociaux prélevés sur le capital et les robots. Cette situation peut perdurer indéfiniment pour autant que les nouvelles générations n'ont que leur salaire comme source autonome de revenus.

Cependant, certains travailleurs voudront prendre avantage de ces transferts sociaux pour épargner davantage et transmettre leur patrimoine à leurs enfants. Si cette transmission perdure sur le long terme, on verra émerger de nouvelles dynasties de rentiers, et la taille de la classe des rentiers s'accroîtra. Plus le nombre de dynasties transmettant leur patrimoine est élevé, plus la croissance est forte : en effet, le patrimoine hérité est une nouvelle source d'épargne. Dans le régime de croissance considéré, le patrimoine transmis croît aussi vite que le stock de capital et de robots, contrairement aux revenus salariaux. Cette source d'épargne n'est donc pas un frein à la croissance, contrairement à l'épargne salariale.

Plus la classe des rentiers est grande, plus son pouvoir politique l'est aussi. En tant que détenteurs de capital, ils s'opposeront à la redistribution. S'il y a suffisamment de rentiers, le système redistributif cessera de fonctionner faute de partisans en nombre suffisant. La société sera divisée en deux castes : une classe de rentiers comprenant les dynasties capitalistes originelles ainsi que les descendants des travailleurs qui se sont constitué un patrimoine et l'ont transmis. Un « lumpenproletariat » comprenant les travailleurs dont les ascendants n'ont pas transmis de patrimoine, et qui, compte tenu de la disparition du système redistributif et de leurs faibles revenus salariaux, ne pourront faire en sorte que leurs descendants deviennent à leur tour des rentiers¹².

Le scénario malthusien

Quelles seraient les conséquences d'une paupérisation massive du prolétariat global ? On peut imaginer le retour d'une « trappe malthusienne » : les salaires tombant au-dessous du niveau de subsistance, la population mondiale diminuera rapidement¹³, jusqu'au point où ne survivront plus que les propriétaires de robots (de la même façon qu'il est de plus en plus difficile de survivre si l'on ne sait pas lire ni écrire).

Ici aussi, une fois cette fonte de la population mondiale achevée, ne subsistera qu'une société de rentiers.

¹² Il est naturel d'envisager, dans les premières phases du régime de croissance robotisée, des politiques qui permettraient d'éviter la transition vers le régime des rentiers : taxation de l'héritage, ou versement obligatoire d'une fraction des transferts sur un compte bloqué au profit des descendants de l'individu considéré. Mais rien ne permet de penser que l'électorat soit en faveur de telles mesures, qui ne profitent qu'au lumpenproletariat des générations futures.

¹³ Nous préférons éviter de choquer la pudeur en nous appesantissant sur ces mécanismes de régulation de population : guerres, famines, épidémies... L'histoire nous enseigne qu'il est peu probable qu'un régime non démocratique veuille s'opposer à ces mécanismes : rappelons-nous par exemple le « Grand bond en avant » et ses trente millions de morts.

Si l'on considère que ce scénario malthusien se produira dans des pays relativement peu développés et dans certaines dictatures, mais que les pays occidentaux, empruntant la voie social-démocrate, y échapperont grâce à leur Etat-providence (pour autant que ce dernier survive à la pression migratoire), alors les pays moins développés finiront sans doute par dépasser l'Occident : ces sociétés de rentiers non redistributives profiteront en effet d'un nombre de robots par tête plus important du fait de la disparition de la classe laborieuse, récoltant les fruits de la douloureuse transition démographique imposée par la robotisation. Mais ce n'est qu'à deux conditions que se produira cette inversion. D'une part, les rentiers des ex-pays en développement devront eux-mêmes réduire leur taux de fécondité, faute de quoi leur patrimoine robotique sera partagé entre un trop grand nombre d'héritiers et la rente retombera au niveau de subsistance. D'autre part, ces pays devront mettre en place des droits de propriété crédibles sur les robots, en mettant fin aux pillages, aux désordres civils, et à la corruption.

Le scénario virtuel

Mais il est également possible que sous l'effet du progrès technique, le salaire de subsistance lui-même tombe à un niveau relativement bas. Et même que ces bas salaires, sur le plan *subjectif*, assurent un niveau de vie comparable au nôtre. En effet, bien que cela reste controversé, les progrès de l'agriculture permettront sans doute d'assurer la subsistance d'un grand nombre d'êtres humains à un coût relativement faible¹⁴. D'autre part, les progrès de la réalité virtuelle – déjà bien connue des utilisateurs de jeu vidéo -- offriront des substituts subjectifs à bas coût, voire gratuits, à de nombreux biens : transport, communication, tourisme, logement, distraction, etc. Ainsi, les lunettes Hololens de Microsoft vous permettent « d'augmenter » votre environnement immédiat. Vous pouvez par exemple choisir de vivre dans un appartement richement décoré, avec du mobilier luxueux et des tableaux de maîtres au mur, alors même qu'il ne s'agit là que d'images holographiques produites par Hololens.

Il est certain que des millions de touristes achètent des voyages coûteux à la seule fin de photographier la Joconde ou le Taj Mahal, dont ils pourraient se contenter de la photographie. On peut penser que ces personnes ne se satisferont pas d'une visite virtuelle de ces œuvres, fût-elle parfaitement imitée et dût-elle présenter les avantages d'un coût nul et d'une totale absence de congestion. Cependant, la consommation de ce type de biens comporte indéniablement des aspects conformistes et d'acquisition de statut social, et l'on peut imaginer que sous l'effet

¹⁴ Pour une discussion de l'effet des nouvelles technologies sur les rendements agricoles, voir par exemple « The future of agriculture, *The Economist technology quarterly*, <http://www.economist.com/technology-quarterly/2016-06-09/factory-fresh>.

de la nécessité, de tels besoins de reconnaissance par autrui seront également couverts par des activités virtuelles, telles que réussir à des jeux vidéos.

Conclusion

Depuis la révolution industrielle, les inquiétudes des luddites et les prédictions de Marx et des théoriciens de la fin du travail ne se sont jamais avérées correctes. Le progrès technique a permis une hausse considérable du niveau de vie, et si « fin du travail » il y a eu, ce n'est que parce que sa durée a diminué, parce qu'il est naturel de profiter des gains de productivité non seulement en consommant plus, mais aussi sous la forme d'un temps libre accru.

Cependant, l'émergence de robots flexibles et capables d'apprendre pourrait changer la donne, car elle permettrait la production massive de substituts peu coûteux à toutes les formes de travail humain. Dans ces conditions, redéployer les ressources humaines libérées par l'automatisation vers de nouvelles activités ne sera plus possible, puisque ces nouvelles tâches pourront également être effectuées par des robots.

Ainsi, la robotisation achèverait la transition vers une société où l'expression « gagner sa vie » n'aura plus de sens. La consommation des humains sera financée par les revenus des robots qu'il possède, des transferts redistributifs, et son caractère gratuit car largement virtualisé.