

N'AYONS PAS PEUR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Robert Atkinson

LES GRANDES IDÉES III

N'AYONS PAS PEUR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Robert Atkinson

N'ayons pas peur de l'Intelligence Artificielle

© Banque européenne d'investissement, 2019

Tous droits réservés.

Toutes les questions relatives aux droits et aux autorisations doivent être transmises à l'adresse suivante : publications@eib.org

Photos: © Gettyimages, © Shutterstock. Tous droits réservés.

L'autorisation de reproduire ou d'utiliser ces prises de vues doit être sollicitée directement auprès du détenteur des droits d'auteur.

Les observations, interprétations et conclusions exposées ici sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les points de vue de la Banque européenne d'investissement.

pdf: QH-03-19-400-FR-N ISBN 978-92-861-4330-4 doi: 10.2867/792918

eBook: QH-03-19-400-FR-E ISBN 978-92-861-4327-4 doi: 10.2867/478502

LES GRANDES IDÉES

Au cours des dix dernières années, les pays européens et les économies les plus avancées ont connu un déclin de leur productivité entraînant agitation politique et incertitude quant à l'avenir.

Une nouvelle révolution de la production, engendrée en partie par l'intelligence artificielle, est aujourd'hui en marche, faisant déferler une vague de technologies innovantes. Dans le même temps, on craint que ces changements provoquent également une hausse importante du chômage alors que les machines sont appelées à remplacer massivement les êtres humains.

Or, l'histoire montre que nous ne devons pas avoir peur de ces mutations industrielles. L'intelligence artificielle va faire disparaître certaines tâches mais cela ne se fera pas d'un coup et il restera encore beaucoup de travail pour l'homme. Limiter ou ralentir les nouvelles technologies ne sera d'aucun secours pour l'économie mondiale. Les pays doivent au contraire aider leur population à s'adapter à des postes techniquement plus avancés et axer l'enseignement sur les « compétences du 21^e siècle », telles que le travail d'équipe et la réflexion critique. Ce sont là les vrais défis à relever dans les années qui viennent.

Il s'agit du deuxième essai de la série des « Grandes idées » créée par la Banque européenne d'investissement.

La BEI invite des leaders d'opinion internationaux à écrire sur les questions les plus importantes de notre époque. Ces textes nous rappellent que nous devons adopter une nouvelle manière de penser afin de protéger l'environnement, de promouvoir l'égalité et d'améliorer la vie des populations partout dans le monde.

An aerial night view of Europe, showing the continent illuminated by city lights. The lights are predominantly green and yellow, creating a vibrant contrast against the dark blue of the oceans and the dark landmasses. The text is overlaid on the lower half of the image.

**N'AYONS PAS PEUR
DE L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE**

N'AYONS PAS PEUR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Au cours de la décennie écoulée, la productivité a diminué au sein des économies les plus avancées et les pays européens ont enregistré des résultats particulièrement décevants : depuis la crise financière de 2007-2008, la productivité de la main-d'œuvre dans les 28 États membres de l'UE n'a progressé que de 0,7 point chaque année. À ce rythme, il faudra un siècle pour que double le revenu par habitant en Europe. Il n'y a donc rien d'étonnant à l'agitation politique qui secoue le continent.

Heureusement, la « nouvelle révolution de la production », engendrée en partie par l'intelligence artificielle, se profile. Elle pourrait stimuler la croissance de la productivité, des salaires et du produit intérieur brut (PIB) en Europe peut-être déjà probablement d'ici cinq à dix ans. Néanmoins, pour récolter pleinement les bénéfices de cette révolution de la production, il faut que les responsables politiques et les citoyens européens en acceptent l'avènement rapide et la transformation de la plupart des industries du continent plutôt que d'y résister.



Un des principaux obstacles à une adhésion sans réserve à cette révolution de la production est le discours grandissant d'une poignée de technophètes de malheur pour qui cette accélération de la productivité due aux nouvelles technologies est un phénomène qu'il faut craindre et freiner car il va entraîner une destruction massive d'emplois, voire une dislocation généralisée ou un avenir sans travail. Or, il n'y a rien de plus faux pour la simple raison que la technologie stimule la productivité qui, à son tour, encourage la dépense et, partant, crée des emplois supplémentaires. Aux États-Unis, les périodes de forte productivité se sont toujours accompagnées d'une baisse du chômage.

Les fausses « solutions » comme le revenu minimum universel, une taxe sur les robots ou une réglementation qui bride l'innovation sont non seulement inutiles mais aussi néfastes car elles ralentissent la croissance des revenus et empêchent des travailleurs de trouver un emploi.

Des emplois, justement, il y en aura en nombre, mais l'Europe doit améliorer ses politiques et ses programmes pour aider la main-d'œuvre à s'adapter correctement à la nouvelle révolution de la production.

“ Les fausses « solutions » comme le revenu minimum universel, une taxe sur les robots ou une réglementation qui bride l'innovation sont non seulement inutiles mais aussi néfastes car elles ralentissent la croissance des revenus et empêchent des travailleurs de trouver un emploi.



LA DESTRUCTION CRÉATRICE ARRIVE PAR VAGUES

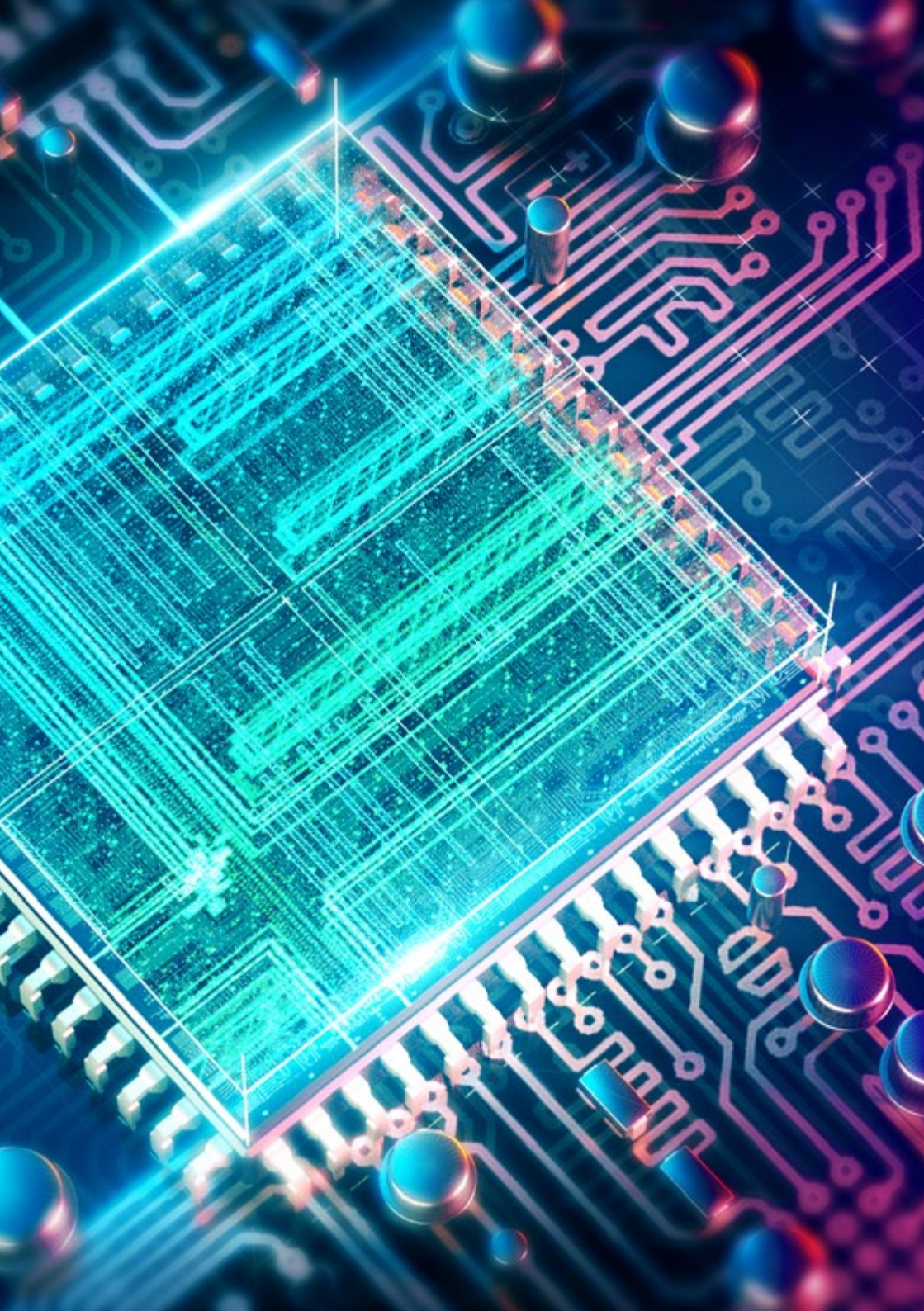
LA DESTRUCTION CRÉATRICE ARRIVE PAR VAGUES

Les partisans de Joseph Schumpeter – l'économiste à l'origine du terme « destruction créatrice » – affirment que le changement économique est impulsé par l'émergence de « technologies généralistes » qui transforment une large gamme d'industries et de systèmes de production.

Ces technologies généralistes ont plusieurs caractéristiques en commun, dont la rapidité de baisse de leur prix et d'amélioration de leurs fonctionnalités, leur usage répandu dans différents secteurs d'activité et environnements de production ainsi que leur impact mesurable sur la situation macroéconomique. Elles vont et viennent par vagues, les périodes d'émergence et d'adoption caractérisées par une croissance rapide alternant avec des périodes d'affaissement et de croissance au ralenti.

Les économies avancées ont connu jusqu'ici cinq vagues technologiques de ce type : 1. le moteur à vapeur (années 1780-1790) 2. le fer (1840-1850) 3. l'acier et l'électricité (1890-1900) 4. l'électromécanique et la chimie (1950-1960) et 5. les technologies de l'information et de la communication (1990 et 2000).^[1]

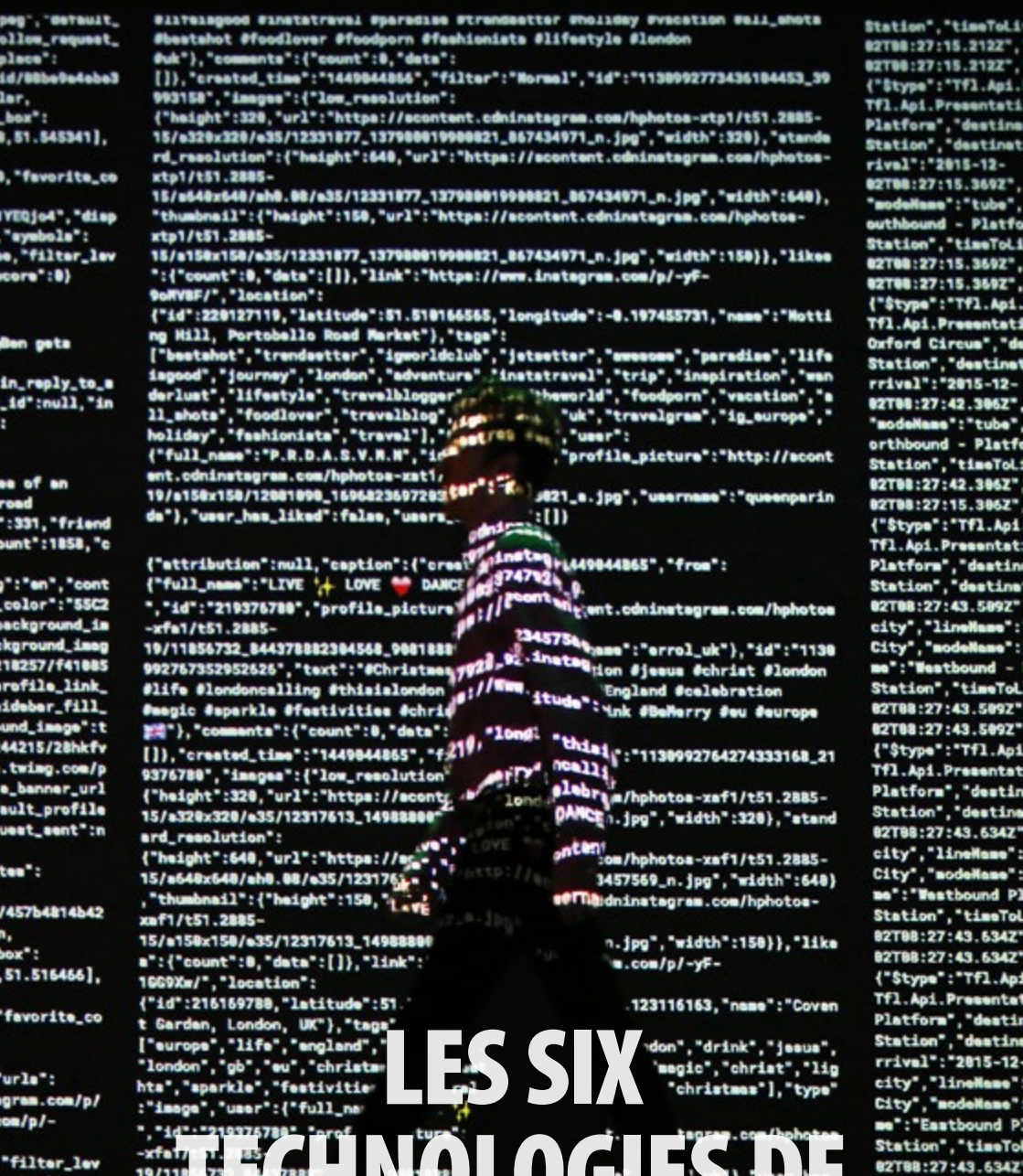
“ **Les économies avancées ont connu jusqu'ici cinq vagues technologiques de ce type : le moteur à vapeur, le fer, l'acier et l'électricité, l'électromécanique et la chimie et les technologies de l'information et de la communication.** ”



Actuellement, les pays développés traversent une période de relative stagnation : les technologies de l'information et de la communication ont atteint le sommet de la « courbe S » (cette courbe décrit la trajectoire du cycle de vie d'une technologie : au bas de la courbe, les progrès sont lents puis, à mesure qu'elle grimpe, ils s'accélèrent considérablement jusqu'à atteindre le sommet de la courbe et ralentissent à nouveau).

Il y a dix ou vingt ans, l'amélioration rapide des systèmes d'exploitation, des microprocesseurs, du débit de connexion et des téléphones intelligents comptait énormément. Les particuliers et les entreprises se ruiaient sur les nouveaux ordinateurs dès le lancement du dernier processeur Intel ou système d'exploitation Microsoft, abandonnant au passage des ordinateurs en parfait état de marche. Mais aujourd'hui, non seulement le rythme d'amélioration de ces technologies et de celles qui y sont associées est plus lent (dérogeant en cela à la loi de Moore selon laquelle la puissance des ordinateurs double tous les 18 à 24 mois), mais leur niveau de performance est déjà tel que leur remplacement est moins intéressant : les capacités des ordinateurs et des téléphones intelligents et les débits atteints sont suffisants pour la plupart des tâches.

Cette maturité, plus que tout autre facteur, est vraisemblablement la raison du ralentissement des dépenses d'investissement et de la productivité observé dans les pays européens ces dix dernières années. ^[2]



LES SIX TECHNOLOGIES DE LA PROCHAINE VAGUE

LES SIX TECHNOLOGIES DE LA PROCHAINE VAGUE

La période de stagnation actuelle sera à terme remplacée par une nouvelle vague – la sixième – de technologies innovantes si puissantes que les entreprises et les particuliers voudront probablement les acheter en masse.

Six technologies semblent bien parties pour former cette nouvelle vague : l'internet des objets, la robotique avancée, la block chain, les nouveaux matériaux, les appareils autonomes et l'intelligence artificielle. Cette dernière est sans doute la plus importante.

L'intelligence artificielle a de nombreuses fonctions, parmi lesquelles l'apprentissage,

la compréhension, le raisonnement et l'interaction. ^[3] Il y a deux types bien distincts d'intelligence artificielle : l'étroite et la forte. La première désigne des ordinateurs sachant accomplir des tâches spécifiques comme l'assistant virtuel Siri d'Apple qui interprète des instructions verbales. ^[4] La seconde, appelée également intelligence artificielle générale, est un type hypothétique d'intelligence artificielle capable d'égaliser, voire de dépasser, l'intelligence humaine et d'appliquer sa capacité de résolution à n'importe quel type de problème. ^[5] Bon nombre des craintes, telles que la destruction d'emplois, découlent de la notion de faisabilité et d'imminence de l'intelligence artificielle forte. ^[6] Or, du moins dans un avenir immédiat, les ordinateurs capables d'imiter pleinement le cerveau humain n'existeront que dans les scénarios hollywoodiens et pas dans les laboratoires de la Silicon Valley.

“ Six technologies semblent bien parties pour former cette nouvelle vague : l'internet des objets, la robotique avancée, la block chain, les nouveaux matériaux, les appareils autonomes et l'intelligence artificielle. Cette dernière est sans doute la plus importante.



En ce qui concerne les six technologies déjà sur le marché, elles sont en général encore trop chères et pas suffisamment puissantes pour faire repartir la productivité à la hausse à l'échelle d'une économie. C'est pourquoi, malgré l'enthousiasme qu'elles suscitent, les technologies 4.0 ne sont pas encore largement adoptées, comme le prouve en partie le fait que la plupart des fabricants commencent à peine à s'en équiper. De même, il y a aujourd'hui un enthousiasme considérable autour des logiciels d'apprentissage automatique mais leurs capacités restent encore relativement limitées, malgré quelques premières applications prometteuses.

Prenons le cas des véhicules sans chauffeur : il faudra attendre au moins 15 ans avant de voir sur le marché des voitures entièrement autonomes qui soient sûres et abordables financièrement pour la plupart des consommateurs. ^[7] Quant aux mains robotisées parfaitement adroites, il est peu probable qu'elles soient commercialisées avant 2030, voire 2040. ^[8] Comme le dit l'expert et entrepreneur en robotique Rodney Brooks, « il est facile d'avoir des idées. Les concrétiser est une autre affaire. Et les convertir en solutions déployables à grande échelle est encore plus difficile. » ^[9]

Toutefois, si cette nouvelle vague d'innovation suit la même trajectoire que les précédentes, le prix de ces technologies devrait baisser rapidement et leurs performances s'améliorer considérablement au cours des dix années à venir. Dès lors, selon Carlota Perez, grande spécialiste de l'innovation, ces technologies commenceront à se répandre, permettant à un grand nombre d'entreprises de remplacer leurs systèmes existants par de nouveaux, plus productifs. ^[10]

046
mph

52

Autonomous
Driving

00213648



LA NOUVELLE RÉVOLUTION DE LA PRODUCTION

Quel est l'impact de la nouvelle révolution de la production sur la croissance ? C'est sans doute la question économique la plus importante pour l'Europe. Il est frappant de constater à quel point les économistes peuvent avoir des points de vue si divergents à partir d'un même ensemble de faits, avec d'un côté, les technopessimistes qui s'attendent à une stagnation de la croissance et de l'autre, les techno-utopistes qui tablent sur une embellie sans précédent.

L'économiste Robert Gordon, sans doute le pessimiste le plus largement cité, estime que les économies avancées ont quasiment récolté tout ce qui était à leur portée immédiate et qu'à l'avenir, la croissance va stagner.

Cependant, Gordon et les autres pessimistes ne mesurent pas pleinement le potentiel de baisse de prix et d'amélioration qualitative des nouvelles technologies et donc leur capacité à transformer des secteurs entiers. ^[11] Par exemple, Gordon rejette le potentiel de productivité des véhicules autonomes, ignorant que la baisse du nombre d'accidents et la réduction des embouteillages permettraient aux États-Unis d'économiser 1 000 milliards de dollars chaque année, d'après les estimations. ^[12]

“ Certaines technologies vont remplacer les travailleurs, d'autres compléter leur travail.

A contrario, les techno-utopistes comme Klaus Schwab, le directeur du Forum économique mondial, estiment que la nouvelle révolution de la production est qualitativement différente des transformations passées et que l'innovation technologique progresse à un rythme exponentiel. Selon lui, « nous sommes à l'aube d'une révolution qui va bouleverser notre manière de vivre, travailler et agir les uns envers les autres. De par son envergure, sa portée et sa complexité, cette transformation sera totalement inédite dans l'histoire de l'humanité. » ^[13] Schwab et d'autres spécialistes estiment que sous l'impulsion de l'intelligence artificielle, des véhicules entièrement autonomes, des robots humanoïdes et d'autres technologies innovantes, cette transformation va se produire à une telle vitesse que la Révolution industrielle s'apparentera rétrospectivement à une période de stabilité.



Mais ces utopistes fondent leurs prédictions sur des hypothèses trop optimistes. Premièrement, celle selon laquelle la puissance des ordinateurs va continuer à augmenter rapidement. Or, comme indiqué plus haut, on constate déjà un ralentissement par rapport à la loi de Moore et il est peu probable qu'elle s'applique indéfiniment. ^[14] Comme l'affirme Sanjay Banerjee, directeur du centre de recherches en microélectronique de l'Université du Texas, à Austin : « aucune exponentielle n'est éternelle ». ^[15]

Deuxièmement, rien ne permet d'affirmer que la vitesse et l'ampleur de cette sixième vague technologique dépasseront celles des précédentes. Chacune a apporté des améliorations technologiques dans quelques domaines clés (par exemple, le moteur à vapeur, le rail, l'acier, l'électricité, la chimie, l'informatique, etc.), qui ont bénéficié par la suite à d'autres secteurs. Mais aucune n'a transformé complètement toutes les industries ou tous les processus.

La sixième vague va certainement affecter un grand nombre de secteurs, de processus et de professions mais ne changera quasiment rien à beaucoup d'autres, du moins en matière d'automatisation : l'éducation, la santé, le sport et le travail législatif, par exemple. L'intelligence artificielle ne va pas de sitôt remplacer les médecins mais elle va les aider à établir de meilleurs diagnostics et déterminer des traitements d'autant plus adaptés. Certaines technologies vont remplacer les travailleurs, d'autres compléter leur travail.

A man in a dark suit and tie stands on a glass-enclosed industrial platform, possibly a scissor lift or a maintenance platform. The platform is made of metal and glass, with a railing. The background is a blurred industrial setting with vertical metal beams. The text "TRANSFORMATIONS LENTES ?" is overlaid at the bottom in white, bold, sans-serif font.

**TRANSFORMATIONS
LENTES ?**

TRANSFORMATIONS LENTES ?

Le rythme de ces transformations est toujours plus lent qu'on ne le croit généralement. Il a fallu au moins trente ans aux transformations technologiques précédentes pour faire leur chemin, depuis leur démarrage initial jusqu'à leur « implantation » complète.

Trois raisons expliquent ce rythme relativement modéré. Premièrement, lors de leur émergence, les nouvelles technologies ne sont pas encore totalement formées. Les versions initiales sont moins développées que celles lancées par la suite. C'est ce qui s'est passé pour le moteur électrique introduit au début des années 1910 : il a fallu des

décennies d'améliorations en termes de puissance, de prix et de qualité pour qu'il transforme l'industrie. Ce scénario se répétera probablement à l'avenir pour bon nombre de technologies, comme les véhicules sans chauffeur. Les systèmes autonomes actuels les plus performants (et qui coûtent assez cher) ont encore besoin de la main de l'homme pour un grand nombre de fonctions. Ce n'est pas avant des dizaines d'années qu'on trouvera sur le marché des voitures abordables capables de transporter des passagers sur de longs trajets compliqués sans quiconque au volant.

“ On peut raisonnablement tabler sur une hausse du taux de croissance de la productivité du travail en Europe, à 3 % peut-être. Si ce chiffre se concrétise, cela entraînera une accélération importante de la hausse des revenus (doublement du revenu par habitant en 27 ans au lieu d'un siècle).



Deuxièmement, même si les nouvelles technologies sont souvent plus performantes que les anciennes, ces dernières ne sont en général pas totalement abandonnées, du moins tant que leur valeur ne s'est pas encore dépréciée de façon significative. Résultat, le processus de changement est bien plus lent que ce qu'affirment bon nombre de techno-futuristes. Par exemple, alors que l'ascenseur automatique a été inventé en 1923, ce n'est qu'en 1990 que le métier de liftier a quasiment disparu aux États-Unis.^[16] Il ne devrait pas y avoir de différence aujourd'hui, en particulier dans les secteurs appelés à se défaire d'équipements onéreux. Les entreprises de transport ne vont pas soudainement mettre leurs semi-remorques à la casse même si des camions autonomes à prix abordable arrivent sur le marché. Enfin, les entreprises ne sautent pas toutes sur les nouveautés dès leur sortie. Comme le montre clairement la littérature sur la diffusion de l'innovation, certaines les adoptent très tôt, la plupart le font à un stade intermédiaire une fois que la technologie ne présente plus de risque et d'autres plus tard.^[17]

Par conséquent, la trajectoire technologique future la plus probable semble être celle qui tracera son sillon entre les plaines de la techno-stagnation et les sommets du techno-exponentialisme. Autrement dit, le futur devrait reproduire les vagues technologiques du passé, avec une nouvelle vague d'innovations engendrant une croissance modeste qui, espérons-le, se fera sentir d'ici le milieu de la prochaine décennie. Aussi peut-on raisonnablement tabler sur une hausse du taux de croissance de la productivité du travail en Europe, à 3 % peut-être. Si ce chiffre se concrétise, cela entraînera une accélération importante de la hausse des revenus (doublement du revenu par habitant en 27 ans au lieu d'un siècle).^[18]



TURBULENCES SUR LE MARCHÉ DU TRAVAIL

TURBULENCES SUR LE MARCHÉ DU TRAVAIL

L'avènement de la nouvelle révolution de la production va accroître non seulement la productivité mais aussi l'instabilité sur le marché du travail. Un plus grand nombre de travailleurs risquent de perdre leur emploi au profit de la technologie. ^[19] Il ne s'agit pas simplement de l'exemple emblématique du routier remplacé par le camion autonome mais de toute une gamme de métiers où la technologie peut dynamiser la productivité avec moins de main-d'œuvre.

De plus en plus de spécialistes tirent la sonnette d'alarme, affirmant que la technologie va détruire nos emplois. Martin Ford, l'auteur de *The Rise of the Robots*, se fait le porte-parole de bon nombre d'entre eux lorsqu'il prédit « un taux de chômage de 75 % d'ici 2100 ». Dans un article publié dans le magazine américain progressiste Mother Jones, le journaliste Kevin Drum va même plus loin en prédisant que tous les emplois auront disparu dans 40 ans.

“ Une des raisons pour lesquelles le nombre réel d'emplois supprimés par l'automatisation ne risque pas d'atteindre les estimations les plus pessimistes de près de 50 % ou plus tient au fait que dans beaucoup de professions, l'automatisation ne concerne que certaines tâches.

Or, on peut sans risque écarter d'emblée toutes ces allégations. Certes, les entreprises investissent dans l'innovation pour améliorer la productivité et réduire les coûts. Mais si toutes ou la plupart des entreprises d'un secteur d'activité utilisent les technologies pour faire des économies, la concurrence les oblige à baisser leurs prix, ce qui renforce le pouvoir d'achat des consommateurs. Et ce supplément de pouvoir d'achat n'est pas enterré ; il est utilisé, ce qui génère des dépenses et crée de nouveaux emplois. La dynamique est la même que la productivité augmente de 1 % ou de 10 % par an. C'est pourquoi l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) observe qu'historiquement, les effets générateurs de revenus des nouvelles technologies se sont avérés plus puissants que les effets de déplacement de main-d'œuvre : le progrès technologique s'est accompagné non seulement d'une augmentation du rendement et de la productivité, mais aussi d'une hausse de l'emploi

global. ^[20] Il n'y a tout simplement aucune raison de penser que ce processus ne se poursuivra pas à l'avenir.

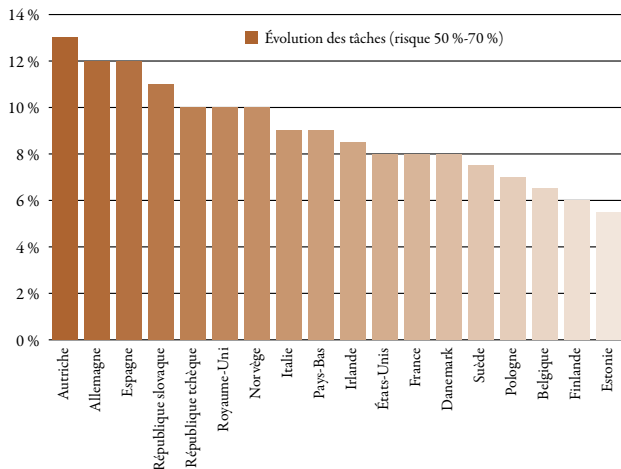
Ce qui va probablement changer dans les prochaines années – du moins par rapport aux deux dernières décennies ou presque – c'est le rythme des suppressions d'emplois provoquées par l'arrivée d'une nouvelle technologie. Plusieurs études ont tenté de mesurer ce rythme. Selon celle sans doute la plus fréquemment citée, réalisée par deux chercheurs de l'Université d'Oxford, Carl Benedikt Frey et Michael A. Osborne, 47 % des emplois aux États-Unis *pourraient* être supprimés par la technologie au cours des 20 prochaines années. ^[21] Il est d'ailleurs quasiment impossible de trouver un article sur le lien entre nouvelles technologies et pertes d'emplois dans lequel cette étude n'est pas reprise comme parole d'évangile.

Leur étude semble énormément exagérer la part d'emplois menacés car elle y intègre bon nombre de professions peu susceptibles d'être automatisées comme mannequin, chauffeur de bus scolaire et coiffeur.

Les chiffres réels sont certainement bien moindres. Aux États-Unis, l'Information Technology and Innovation Foundation (ITIF), groupe de réflexion sur la science et la technologie, estime que tout au plus 20 % des emplois du pays pourraient être automatisés au cours des 15 années à venir. ^[22] L'estimation serait du même ordre pour les économies européennes. Par exemple, selon l'OCDE, le pourcentage d'emplois présentant à brève échéance un risque élevé d'automatisation n'est que légèrement plus élevé dans dix pays européens par rapport aux États-Unis et moindre dans sept ^[23] (voir la figure 1). Le McKinsey Global Institute estime quant à lui, dans une étude portant sur certains pays de l'UE, qu'entre 20 % (au Royaume-Uni) et 24 % (en Allemagne, Italie et Suisse) des emplois environ y sont menacés par la technologie. (Les estimations pour les États-Unis sont similaires.) ^[24]

Une des raisons pour lesquelles le nombre réel d'emplois supprimés par l'automatisation ne risque pas d'atteindre les estimations les plus pessimistes de près de 50 % ou plus tient au fait que dans beaucoup de professions, l'automatisation ne concerne que certaines tâches. Comme le conclut McKinsey, « très peu de professions seront intégralement automatisées à court ou moyen terme. Mais certaines tâches sont plus susceptibles de l'être, impliquant la transformation de processus de bout en bout et la redéfinition des emplois occupés par des êtres humains ». ^[25]

Figure 1: Pourcentage de travailleurs occupant un emploi à risque élevé ou modéré d'automatisation ^[26]



Autrement dit, plutôt que la destruction pure et simple d'emplois, la technologie entraînera une réorganisation du travail et de nouvelles possibilités d'emplois afin de créer de la valeur ajoutée.

Même si la part des emplois touchés par les changements technologiques sera vraisemblablement limitée, les conséquences pour les travailleurs risquent d'être difficiles. Alors que la précédente vague d'automatisation a affecté principalement les emplois moyennement rémunérés, à la fois dans les services et le secteur manufacturier, la prochaine devrait avoir des effets nettement plus prononcés sur les emplois faiblement rémunérés et peu qualifiés. De fait, aux États-Unis, la corrélation entre le salaire moyen et le risque d'automatisation est négative et relativement élevée (-0,59 d'après les estimations de l'université d'Oxford et -0,52 selon celles de l'ITIF). Il en va de même pour la corrélation entre la durée moyenne d'études pour chaque profession et le risque d'automatisation (-0,64 selon Oxford, -0,51 selon l'ITIF). Et les données de l'ITIF montrent que les métiers présentant le risque le plus élevé d'automatisation ont le salaire médian le plus faible (32 380 USD), celles venant immédiatement après en termes de risque ont le deuxième salaire médian le plus faible (34 990 USD), et ainsi de suite. Le Comité des conseillers économiques de la Maison Blanche a également utilisé les données de l'université d'Oxford et découvert que 83 % des emplois rémunérés moins de 20 USD de l'heure étaient fortement menacés par l'automatisation, contre



31 % de ceux payés entre 20 et 40 USD de l'heure et seulement 4 % de ceux rémunérés plus de 40 USD de l'heure.^[27] L'OCDE estime également qu'aux États-Unis, 44 % des travailleurs ayant un niveau d'instruction inférieur au deuxième cycle du secondaire occupent des emplois ayant un fort risque d'automatisation tandis que 1 % des travailleurs diplômés de l'enseignement supérieur sont dans le même cas.^[28] Rien ne permet de s'attendre à des effets différents en Europe puisque les économies et les technologies sont similaires.

Ces écarts en matière d'emploi auront certaines incidences négatives mais globalement, ils devraient s'avérer très positifs. Si les emplois les moins qualifiés sont plus susceptibles d'être automatisés, cela signifie que les travailleurs peu rémunérés risquent plus de perdre leur travail. Et compte tenu de leurs ressources plus limitées (finances, réseaux sociaux et compétences), ils risquent aussi d'avoir plus de difficultés à réussir leur transition vers les nouveaux emplois.

Toutefois, dans le même temps, l'automatisation d'un plus grand nombre d'emplois peu rémunérés entraînera une diminution de ce type d'emplois. Comme les entreprises employant des travailleurs peu rémunérés pour ces postes de plus en plus automatisés seront en mesure de baisser le prix de leurs produits et de leurs services, les consommateurs gagneront du pouvoir d'achat. Leurs dépenses créeront des emplois à tous les niveaux de rémunération. Et au bout du compte, ce seront les emplois à salaires moyens et élevés qui se généraliseront. Ce sera là une réelle avancée pour bon nombre de travailleurs cantonnés aujourd'hui dans des emplois peu rémunérés dont il est difficile pour les employeurs de relever les salaires en raison de leur faible niveau de productivité. Cependant, il incombe aux responsables politiques de mettre en place des mesures et des programmes pour mieux aider ces travailleurs à réussir leur transition vers les nouveaux emplois.

De plus, bon nombre des travailleurs qui occupent ces emplois peu rémunérés ont un niveau de compétences supérieur à celui nécessaire pour leur poste actuel (l'exemple classique du diplômé qui travaille comme serveur dans un restaurant). Cela laisse entendre que certains d'entre eux ont les compétences suffisantes pour passer à des emplois mieux rémunérés et modérément qualifiés.^[29] De fait, une étude de la Commission européenne estime que 40 % des travailleurs de l'UE sont surqualifiés pour l'emploi qu'ils occupent.^[30] Certains l'ont volontairement choisi mais pour d'autres, l'explication réside dans l'insuffisance de postes exigeant un diplôme de l'enseignement supérieur en Europe. Ces travailleurs devraient donc avoir plus de facilité à s'adapter aux nouveaux emplois à rémunération intermédiaire.



UN DÉFI DE TAILLE

UN DÉFI DE TAILLE

Si l'Europe veut éviter une réaction populiste encore plus virulente de la part des « néo-briseurs de machines » (néo-luddistes) contre la nouvelle révolution de la production, les responsables politiques vont devoir prendre des mesures plus ambitieuses et plus efficaces pour aider les régions et les personnes menacées par le bouleversement technologique.

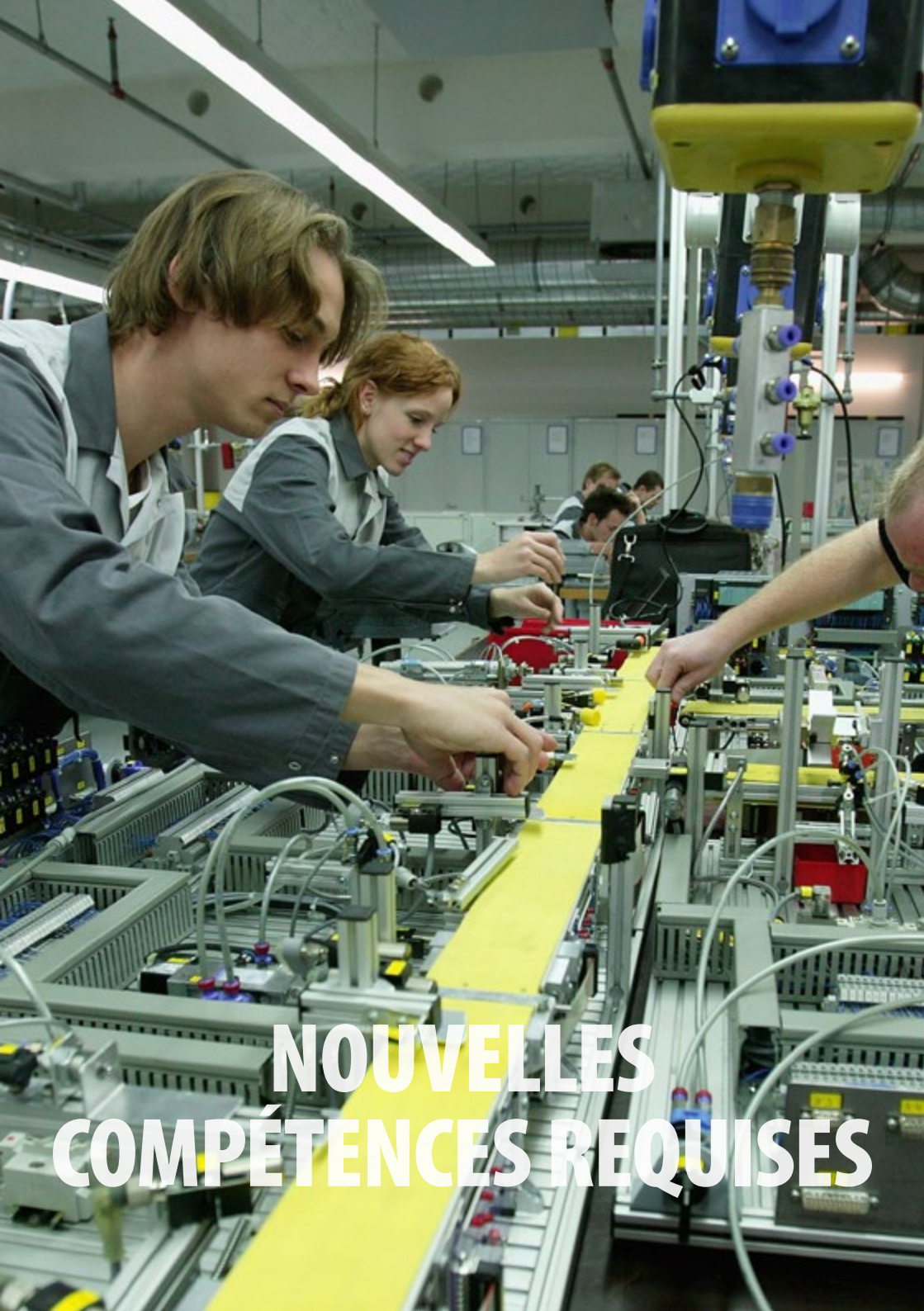
Ils doivent pour cela commencer par mieux soutenir les régions en retard sur le plan économique. Parmi les travailleurs qui se retrouvent au chômage en raison des nouvelles technologies, certains rejoignent les régions où la croissance de l'emploi est plus forte mais d'autres ne veulent pas ou ne sont pas en capacité de le faire. C'est la raison pour laquelle les politiques et les programmes intelligents de stimulation de la croissance dans les régions en retard peuvent contribuer à atténuer l'agitation sociale liée à la nouvelle révolution de la production.

Cela étant, la tâche la plus difficile sera d'aider les travailleurs à réussir leur transition vers les nouveaux emplois. Les responsables politiques européens devraient adopter le concept de « flexisécurité », comme l'ont fait leurs homologues scandinaves. Il ne s'agit pas de garantir l'absence de licenciements mais de réduire au maximum le nombre de travailleurs risquant de perdre leur emploi et, ensuite, si licenciement il y a, d'aider les travailleurs concernés à réussir rapidement leur transition. Les politiques tendant à limiter les licenciements ne font que repousser l'inévitable. De même, verser à long terme aux travailleurs de très généreuses indemnités contribue non seulement à entretenir un taux de chômage élevé mais aussi à maintenir un plus grand nombre de personnes en dehors du marché du travail pendant longtemps, nuisant ainsi à ceux-là même que les indemnités sont censées aider. Plus la période sans travail est longue, plus le retour à l'emploi est difficile. L'objectif devrait plutôt être de trouver le juste milieu entre surprotection et système trop sévère.



Pour y parvenir, les responsables politiques feraient bien d'adopter les modèles opérationnels des programmes internationaux les plus performants comme le SkillsFuture de Singapour. Celui-ci apporte quatre enseignements. Premièrement, les pouvoirs publics doivent s'engager résolument en faveur du développement des compétences et de la transition de la main-d'œuvre. Deuxièmement, leurs efforts doivent être déployés en étroite collaboration avec les employeurs et les marchés, notamment via des aides au financement de la formation. L'Allemagne fait figure d'exemple en la matière avec son solide système d'apprentissage soutenu par les entreprises et très répandu dans le pays. Troisièmement, ces efforts doivent être beaucoup plus souples et tirer pleinement parti des nouvelles technologies de l'information. Enfin, la modification progressive des dispositifs institutionnels existants ne suffira pas. Pour relever les défis que pose un marché du travail plus turbulent, les responsables politiques doivent mener une réforme institutionnelle importante, en particulier dans le secteur de l'enseignement secondaire et supérieur, renforcer leur soutien aux établissements centrés sur la formation technique et favoriser l'acquisition des compétences prisées par les employeurs.

Les pays européens voudront probablement axer leur action sur plusieurs domaines. La priorité est de permettre à un plus grand nombre de travailleurs d'améliorer leur niveau de qualification et d'acquérir d'autres compétences de façon à ce qu'en cas de destruction de leur emploi par l'automatisation, ils soient mieux armés pour réussir leur transition. Une des clés pour cela est de faire évoluer le système éducatif, notamment au lycée et dans le supérieur, vers un enseignement renforcé des « compétences du 21^e siècle », telles que le travail d'équipe, la réflexion critique et un savoir-faire plus technique.



**NOUVELLES
COMPÉTENCES REQUISES**

NOUVELLES COMPÉTENCES REQUISES

Comme l'indique Manuel Trajtenberg dans une étude sur la nouvelle révolution de la production, les compétences recherchées par les employeurs sont rarement enseignées à l'école. Ils ont besoin de personnes ayant de solides capacités d'analyse, de création et d'adaptation, or peu d'établissements secondaires ou supérieurs permettent à leurs étudiants de les acquérir. ^[31] De surcroît, l'enseignement des disciplines techniques comme l'informatique et la statistique paraît bien insuffisant par rapport aux besoins de la nouvelle économie. ^[32] Dès lors, les réformes instituant un enseignement plus proche du terrain dès le secondaire comme les *high school career academies* en Amérique du Nord ^[33], l'apprentissage par projet, ainsi que les initiatives visant à réduire la rigidité des cursus traditionnels et des conditions d'obtention des diplômes et à renforcer l'enseignement des disciplines axées sur le monde du travail comme la gestion d'entreprise, la statistique et l'ingénierie sont autant d'avancées qui vont aider les futurs travailleurs à acquérir une base de compétences plus solide pour s'affranchir des turbulences du marché du travail. En outre, il est nécessaire de faire encore plus pour promouvoir et soutenir les partenariats entre les entreprises et les établissements du secondaire. Par exemple, IBM a mis en place le programme P-TECH (Pathways in Technology, Early College High School) en collaboration avec la ville de New York, qui enseigne aux lycéens les compétences en informatique dont les entreprises ont besoin.

Parallèlement, les pays peuvent faire plus pour inciter les employeurs à renforcer la formation de leur personnel. Ils peuvent notamment recourir plus largement aux systèmes de certification de compétences transférables, soutenir des plans de formation et de développement sectoriels comme le fait Singapour, mettre en place un référentiel qualité de type « Investors in People », le label britannique décerné chaque année aux employeurs qui investissent dans la formation continue de leur personnel, soutenir les alliances sectorielles pour les compétences, promouvoir le développement de l'apprentissage, comme le fait l'Allemagne, et renforcer l'utilisation des comptes de formation portables comme ceux instaurés en France. ^[34]

Les pays européens pourraient aussi coopérer efficacement pour déterminer comment mieux utiliser les technologies afin de faciliter l'évaluation des compétences en ligne, l'évolution de carrière, la formation et le recrutement. Bon nombre de sites web des administrations sont aujourd'hui limités dans leur offre. Les pouvoirs publics devraient envisager de nouer des partenariats avec le secteur privé pour y remédier. Aux États-Unis, par exemple, la *Skillful Initiative* (initiative pour la compétence) de la Fondation Markle, financée en partie par Microsoft Philanthropies, s'est associée avec LinkedIn pour aider les travailleurs du Colorado à recenser les formations aux métiers recherchés par les employeurs. ^[35]



**FLEXISÉCURITÉ, UN
PRINCIPE DIRECTEUR ?**

FLEXISÉCURITÉ, UN PRINCIPE DIRECTEUR ?

Enfin, le concept de flexisécurité doit être plus qu'un simple engagement ; il doit évoluer vers une politique dynamique de l'emploi. Il doit être le principe directeur de l'orientation suivie par les pays européens pour accomplir leur transformation technologique. De plus en plus nombreux sont ceux qui, en Europe, considèrent que la perte d'emploi due à l'innovation technologique est un tel bouleversement pour les personnes touchées que la société devrait s'efforcer de ralentir la vitesse du changement pour le rendre plus « humain » ou, au minimum, de ne rien faire pour l'accélérer. Bill Gates se fait l'écho d'un point de vue de plus en plus partagé en Europe (et aux États-Unis) lorsqu'il déclare qu'« à l'heure où les gens disent que l'arrivée d'un robot est une perte nette en raison du remplacement qu'il entraîne, on devrait être disposé à élever le niveau de taxation et même à ralentir la vitesse de ce phénomène pour réfléchir un peu et se demander ce que deviennent les personnes sur lesquelles il a un impact particulièrement important ? Quels programmes de transition ont fait leurs preuves et quel type de financement requièrent-ils ? »^[36]

Adopter la flexisécurité comme principe directeur fondamental revient à rejeter ces notions et à reconnaître que l'amélioration de la productivité engendrée par les nouvelles technologies, même si elle est en partie responsable de la destruction d'emplois, est essentiellement un moteur de progrès sans lequel la hausse des salaires et du niveau de vie serait plus lente. Pour être plus ouverts à l'innovation technologique, nous ne devons pas appliquer le « principe de précaution » mais plutôt accepter le risque potentiel que fait courir la technologie. Imposer une réglementation restrictive aux nouvelles technologies sur la base de craintes spéculatives ne ferait que ralentir leur développement et limiter leurs avantages. Les pays doivent au contraire adhérer au principe d'innovation qui recommande aux responsables politiques de gérer les risques au fur et à mesure qu'ils se présentent ou de laisser le marché s'en charger et de ne pas freiner le progrès en raison d'hypothétiques inquiétudes.^[37]

Si les pays européens travaillent main dans la main en étant disposés à accepter les changements induits par la nouvelle révolution de la production et en veillant à ce que ses bénéfices soient largement partagés, ils peuvent tableer sur un avenir économique plus prospère.

Notes

- [1] Robert D. Atkinson, *The Past and Future of America's Economy: Long Waves of Innovation that Power Cycles of Growth*, (Edward Elgar, 2006)
- [2] Robert D. Atkinson, *Think Like an Enterprise: Why Nations Need Comprehensive Productivity Strategies*, (Information Technology and Innovation Foundation, mai 2016), <https://itif.org/publications/2016/05/04/think-enterprise-why-nations-need-comprehensive-productivity-strategies>
- [3] Daniel Castro et Joshua New, *The Promise of Artificial Intelligence*, (Center for Data Innovation, octobre 2016), <http://www2.datainnovation.org/2016-promise-of-ai.pdf>
- [4] Irving Waldawsky-Berger, *'Soft' Artificial Intelligence Is Suddenly Everywhere*, The Wall Street Journal, 16 janvier 2016, <http://blogs.wsj.com/cio/2015/01/16/soft-artificial-intelligence-is-suddenly-everywhere/>
- [5] Ibidem
- [6] Robert D. Atkinson, *'It's Going to Kill Us!' and Other Myths about the Future of Artificial Intelligence*, (Information Technology and Innovation Foundation, juin 2016), http://www2.itif.org/2016-myths-machine-learning.pdf?_ga=1.201838291.334601971.1460947053
- [7] Daniel Bentley, *Why Ford Won't Rush an Autonomous Car to Market*, Fortune, 6 décembre 2017, <http://fortune.com/2017/12/06/ford-autonomous-cars/>
- [8] Rodney Brooks, *Robots, AI, and Other Stuff*, Rodney Brooks Blog, 1er janvier 2018, <https://rodneybrooks.com/my-dated-predictions/>
- [9] Ibid.
- [10] Carlota Perez, *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages* (Edward Elgar Pub: 2003)
- [11] De plus, Gordon ne croit pas à l'impact économique des véhicules autonomes, prétendant que leur seul avantage est de permettre aux gens de lire leurs courriels tout en conduisant. C'est ignorer les nombreuses études prouvant que les véhicules autonomes vont considérablement réduire le nombre d'accidents et améliorer la circulation, entraînant pour les États-Unis une économie de 1 000 milliards de dollars chaque année d'après les estimations.
- [12] Robert D. Atkinson, *The Coming Transportation Revolution*, (Information Technology and Innovation Foundation, octobre 2014), <https://itif.org/publications/2014/10/17/coming-transportation-revolution>
- [13] Klaus Schwab, *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*, Forum économique mondial, 14 janvier 2016, <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- [14] Robert D. Atkinson, *50 years of Moore's law, but for how much longer?*, The Hill, 16 avril 2015, <http://thehill.com/blogs/pundits-blog/technology/238996-50-years-of-moores-law-but-for-how-much-longer>
- [15] *Are Advancements in Computing Over? The Future of Moore's Law*, ITIF Event, 21 novembre 2013, <https://itif.org/events/2013/11/21/are-advancements-computing-over-future-moores-law>
- [16] Robert D. Atkinson, *False Alarmism: Technological Disruption and the U.S. Labor Market, 1850-2015*, (Information Technology and Innovation Foundation, mai 2017), <https://itif.org/publications/2017/05/08/false-alarmism-technological-disruption-and-us-labor-market-1850-2015>
- [17] Boston University School of Public Health, Behavioral Change Models, *Diffusion of Innovation Theory*, <http://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/MPH-Modules/SB/BehavioralChangeTheories/BehavioralChangeTheories4.html>, site consulté le 1^{er} janvier 2018.
- [18] Une augmentation de 3 % par an entraîne un doublement au bout de 27 ans.
- [19] Robert D. Atkinson, *False Alarmism: Technological Disruption and the U.S. Labor Market, 1850-2015*, (Information Technology and Innovation Foundation, mai 2017), <https://itif.org/publications/2017/05/08/false-alarmism-technological-disruption-and-us-labor-market-1850-2015>
- [20] Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), *Technologie, productivité et création d'emplois : politiques exemplaires*, (Paris : OCDE, 1998), 9, <http://www.oecd.org/dataoecd/39/28/2759012.pdf>, document consulté le 7 mars 2016.

- [21] Carl Benedikt Frey et Michael A. Osborne, *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?* (Oxford Martin School, University of Oxford, Oxford, 17 septembre 2013), http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- [22] Ben Miller, *Automation Not So Automatic*, « The Innovation Files », 20 septembre 2013, <http://www.innovationfiles.org/automation-not-so-automatic/>
- [23] OCDE, *Automatisation et travail indépendant dans une économie numérique*, mai 2016, <https://www.oecd.org/els/emp/Policy%20brief%20-%20Automation%20and%20Independent%20Work%20in%20a%20Digital%20Economy.pdf>
- [24] James Manyika, Susan Lund, Michael Chui, Jacques Bughin, Jonathan Woetzel, Parul Batra, Ryan Ko et Saurabh Sanghvi, *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*, (McKinsey Global Institute, décembre 2017), <https://www.mckinsey.com/global-themes/future-of-organizations-and-work/what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>
- [25] Michael Chui, James Manyika et Mehdi Miremadi, *Four Fundamentals of Workplace Automation*, (McKinsey & Company: novembre 2015), <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation>
- [26] Calculs de l'OCDE basés sur l'Évaluation des compétences des adultes (PIAAC) (2012) et Arntz, M. T. Gregory et U. Zierahn (2016), *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, Documents de travail de l'OCDE sur les affaires sociales, l'emploi et les migrations, n°189, Éditions OCDE, Paris. Note : les données relatives au Royaume-Uni englobent l'Angleterre et l'Irlande du Nord. Celles relatives à la Belgique correspondent à la communauté flamande.
- [27] Executive Office of the President, *Artificial Intelligence, Automation, and the Economy*, <https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/images/EMBARGOED%20AI%20Economy%20Report.pdf>, rapport consulté le 5 janvier 2018.
- [28] Melanie Arntz, Terry Gregory, Ulrich Zierahn, *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, Documents de travail de l'OCDE sur les affaires sociales, l'emploi et les migrations, Éditions OCDE, mai 2016, http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5j1z9h56dvq7-en
- [29] Une étude récente révèle que plus d'un tiers des diplômés de l'enseignement supérieur aux États-Unis sont surqualifiés pour l'emploi qu'ils occupent et que la proportion est similaire dans les pays de l'UE. Voir le document de travail sur cette étude de Brian Clark et Arnaud Maurel de la Duke University et de Clément Joubert de l'Université de Caroline du Nord à Chapel Hill, intitulé *The Career Prospects of Overeducated Americans*, qui s'appuie sur les données de la National Longitudinal « Survey of Youth » de 1979 et sur le recensement de la population actuelle des États-Unis pour examiner les effets de la surqualification sur l'emploi et les salaires au fil du temps. Pour analyser ces effets, les chercheurs ont suivi quelque 5 000 diplômés de l'enseignement supérieur pendant 12 ans après leur entrée sur le marché du travail. Leur étude montre que plus d'un tiers de ces diplômés occupent un emploi dit « surqualifié » selon la terminologie adoptée par les chercheurs ; <https://www.bls.gov/opub/mlr/2013/article/clayton.htm> ; <https://www.bls.gov/osmr/abstract/ec/ec060110.htm>
- [30] Commission européenne, Skills Panorama, *Skill Underutilization across Countries in 2014*
- [31] Manuel Trajtenberg, *AI as the next GPT: A Political-Economy Perspective*, NBER Working Paper No. 24245, janvier 2018, <http://www.nber.org/papers/w24245>
- [32] Aux États-Unis, 7,7 % seulement des lycéens ont des cours de statistique, contre près de 87 % pour la géométrie.
- [33] Betsy Brand, *High School Career Academies: A 40-Year Proven Model for Improving College and Career Readiness*, (American Youth Policy Forum, novembre 2009), <http://www.aypf.org/documents/092409CareerAcademiesPolicyPaper.pdf>
- [34] Ministère du travail, Mon compte formation, <http://www.moncompteformation.gouv.fr/>, site consulté le 7 janvier 2018.
- [35] LinkedIn, Training Finder, Denver Colorado, <https://www.linkedin.com/training?location=Denver-CO>, site consulté le 7 janvier 2018.
- [36] Kevin J. Delaney, *The robot that takes your job should pay taxes, says Bill Gates*, Quartz, 17 février 2017, <https://qz.com/911968/bill-gates-the-robot-that-takes-your-job-should-pay-taxes/>
- [37] Daniel Castro, *Digital Decision-Making: The Building Blocks of Machine Learning and Artificial Intelligence*, (Information Technology and Innovation Foundation, décembre 2017), <http://www2.itif.org/2017-digital-decision-making.pdf>

À PROPOS DE L'AUTEUR

Robert David Atkinson (1954) est le fondateur et président de l'ITIF.

Il est l'auteur de nombreux ouvrages, parmi lesquels *Big is Beautiful: Debunking the Myth of Small Business* (MIT, 2018), *Innovation Economics: The Race for Global Advantage* (Yale, 2012), et *The Past and Future of America's Economy: Long Waves of Innovation That Power Cycles of Growth* (Edward Elgar, 2005). Il est titulaire d'un doctorat en planification urbaine et régionale de l'université de Caroline du Nord à Chapel Hill et d'une maîtrise en planification urbaine et régionale de l'université de l'Oregon.



À propos de l'ITIF

L'Information Technology and Innovation Foundation (ITIF) est un institut indépendant de recherche et de formation à but non lucratif, dont les travaux sont centrés sur l'intersection entre l'innovation technologique et les politiques publiques. Reconnu comme le principal groupe de réflexion mondial sur la science et la technologie, l'ITIF a pour mission de formuler et de promouvoir des solutions politiques qui accélèrent l'innovation et améliorent la productivité pour stimuler la croissance, les perspectives et le progrès. Pour plus d'informations, consultez le site web www.itif.org





**Banque
européenne
d'investissement**

La banque de l'UE