

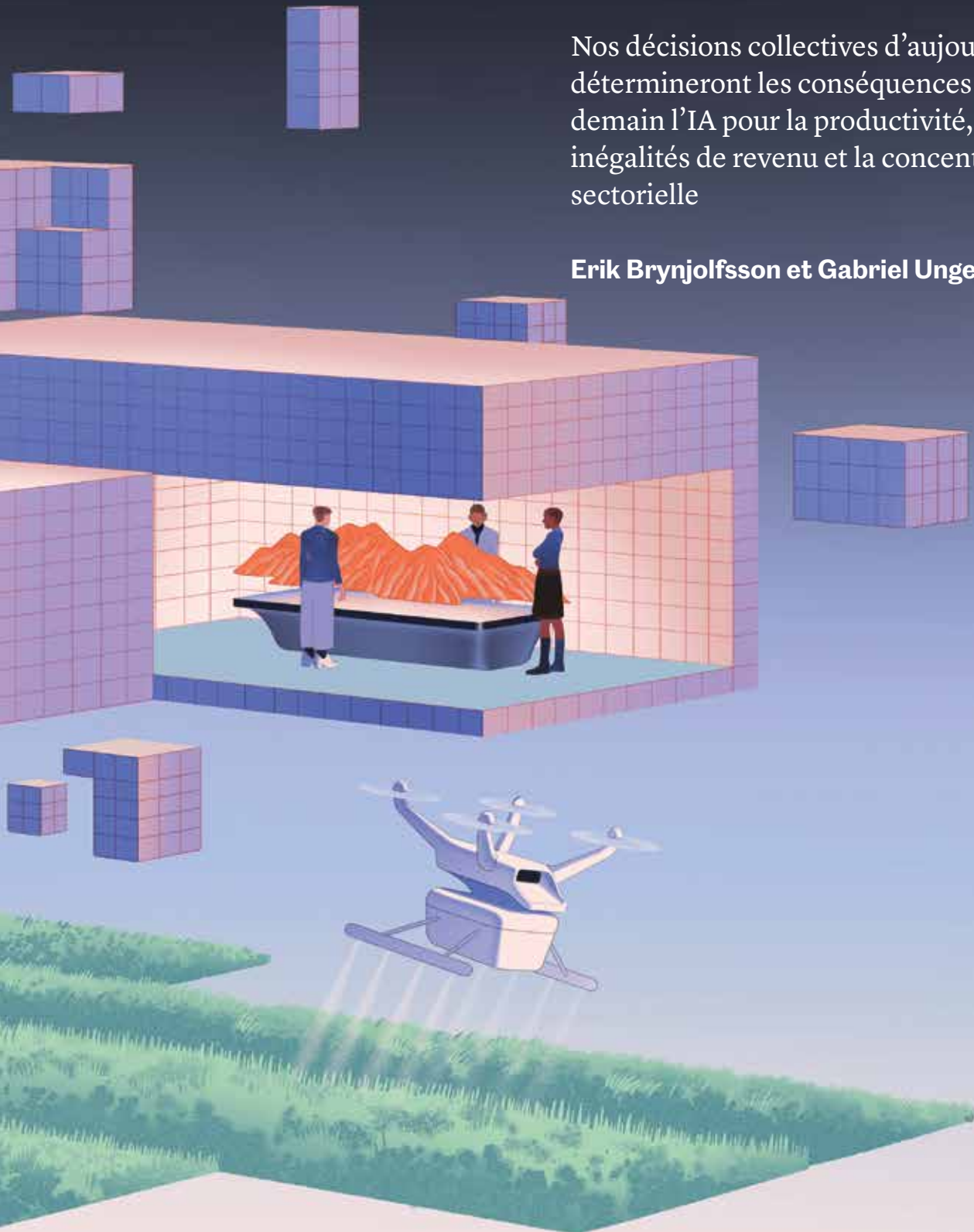
LES ENJEUX MACROÉCONOMIQUES



DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Nos décisions collectives d'aujourd'hui détermineront les conséquences qu'aura demain l'IA pour la productivité, les inégalités de revenu et la concentration sectorielle

Erik Brynjolfsson et Gabriel Unger



Les économistes sont peu doués pour prédire l'avenir. Quant à la Silicon Valley, elle ne cesse de s'emballer sur des promesses de nouvelle « technologie du siècle ». Un scepticisme sain envers tout jugement sur la façon dont l'intelligence artificielle (IA) changera l'économie est donc justifié. Pourtant, il y a de bonnes raisons de prendre au sérieux le potentiel grandissant de l'IA — des systèmes qui se montrent intelligents, en apprenant, en raisonnant, en résolvant des problèmes — pour transformer l'économie, en particulier compte tenu des progrès techniques stupéfiants de l'année passée.

L'IA peut avoir une incidence sur la société dans plusieurs domaines autres que l'économie, tels que la sécurité nationale, la politique et la culture. Dans cet article, toutefois, nous nous concentrons sur ses implications dans trois grands domaines d'intérêt macroéconomique : la productivité et sa croissance, le marché du travail, la concentration sectorielle. L'IA n'a pas un avenir prédéterminé ; elle peut évoluer dans des directions très différentes. L'avenir particulier qui se dessinera sera la conséquence de nombreux facteurs, notamment des décisions technologiques et stratégiques prises aujourd'hui. Pour chaque domaine, nous présentons un embranchement entre deux voies qui mènent chacune à des futurs très différents pour l'IA et l'économie. Dans chaque cas, le « mauvais avenir » est la voie de la moindre résistance, tandis que le « bon avenir » exigera de bonnes politiques, caractérisées notamment par

- l'essai de politiques créatives ;
- des objectifs positifs pour ce que la société attend de l'IA — pas seulement des effets négatifs à éviter ;
- la conscience que les possibilités technologiques de l'IA sont très incertaines et évoluent rapidement, et que la société doit faire preuve de souplesse pour évoluer avec elles.

Premier embranchement : la productivité

Le premier embranchement concerne l'avenir de la croissance économique, qui est, pour une grande part, celui de la croissance de la productivité. L'économie américaine a connu une faiblesse inquiétante de la croissance de la productivité pendant l'essentiel des cinq dernières décennies, hormis une brève résurgence au tournant du siècle (Brynjolfsson, Rock et Syverson, 2019). La plupart des économies avancées sont aujourd'hui confrontées au même problème. Plus que tout autre facteur, la productivité — la production par unité de travail — détermine la richesse des nations et le niveau de vie de leurs citoyens. Si elle croît, des problèmes tels que les déficits budgétaires, la réduction de la pauvreté, la prise en charge de la santé ou encore l'écologie deviennent beaucoup plus faciles à maîtriser. Stimuler la croissance de la productivité est peut-être le défi économique le plus fondamental de la planète.

Un avenir de faible productivité

Sur l'une des voies de l'embranchement de la productivité, l'incidence de l'IA est limitée. Malgré l'amélioration rapide des capacités techniques de l'IA, son adoption par les entreprises pourrait rester lente et cantonnée aux grandes entreprises (Zolas *et al.*, 2021). L'économie de l'IA pourrait être d'une variété très étroite, celle permettant juste d'économiser de la main-d'œuvre (ce que Daron Acemoglu et Simon Johnson appellent une technologie « sans plus », comme la caisse automatique au supermarché), au lieu de permettre à la main-d'œuvre d'accomplir quelque chose de nouveau ou de puissant (voir « Rééquilibrer l'IA » dans ce même numéro de F&D). Cette main-d'œuvre pourrait être déplacée de manière disproportionnée vers des emplois encore moins productifs et moins dynamiques, ce qui atténuerait encore davantage tout bénéfice global pour la croissance de la productivité à long terme dans l'économie en question.

À l'instar de nombreux emballements récents de la Silicon Valley (imprimante 3D, voiture autonome, réalité virtuelle), l'IA pourrait également s'avérer moins prometteuse ou moins rapidement commercialisable qu'on ne l'avait d'abord espéré. Tout gain économique réel, même modeste, pourrait ne se traduire en chiffres que plusieurs décennies après les premiers moments de promesse technologique, comme on l'a souvent vérifié. Le paradoxe exprimé par l'économiste Robert Solow dans sa célèbre boutade de 1987 (« L'ère de l'informatique est visible partout, sauf dans les statistiques de la productivité. ») pourrait être exacerbé ; en effet, si tout le monde semble avoir un chatbot d'IA qui épate les amis, les entreprises ne semblent pas plus productives parce qu'elles utilisent davantage l'IA. Les entreprises risquent d'éouser encore les avantages économiques de l'IA en ne parvenant pas à déterminer les changements organisationnels et managériaux dont elles ont besoin pour en tirer le meilleur parti.

Comme dans le cas de la voiture autonome, les défis technologiques entourant le passage d'une démonstration de faisabilité alléchante à un produit hautement fiable peuvent être encore aggravés par un régime juridique qui n'a pas été conçu pour accueillir la nouvelle technologie et qui peut sérieusement entraver son développement. Dans le cas de l'IA, il existe une grande incertitude sur ce que la législation actuelle sur la propriété intellectuelle implique lorsque les modèles sont entraînés sur des millions de données parmi

« La voie qui mène à un avenir plus sombre est celle qui offre le moins de résistance et se traduit par une faible croissance de la productivité, de plus grandes inégalités de revenu et une plus forte concentration sectorielle. »

lesquelles peut se trouver la propriété intellectuelle protégée d'autrui. Le droit de la propriété intellectuelle pourrait finalement réagir en créant quelque chose comme un « maquis de brevets » qui empêche effectivement d'entraîner des modèles sur des données dont les développeurs ne possèdent pas indiscutablement les droits. Dans le même temps, les mauvais choix pourraient saper l'incitation des professionnels de la création à produire davantage de contenu novateur pour alimenter les systèmes d'apprentissage automatique.

En outre, les législateurs nationaux, motivés par diverses préoccupations, peuvent imposer des réglementations strictes qui ralentissent le développement et la diffusion de l'IA. Ils peuvent même y être incités par les premiers développeurs de l'IA désireux de protéger leur avance. En outre, certaines nations, entreprises et autres organisations pourraient interdire totalement l'IA.

Un avenir de forte productivité

Il existe toutefois un autre scénario dans lequel croissance de la productivité et croissance économique sont plus fortes. L'IA pourrait être appliquée à une part substantielle des tâches effectuées par la plupart des travailleurs (Eloundou *et al.*, 2023) et accroître massivement la productivité de ces tâches. Dans cet avenir, l'IA tient sa promesse d'être l'avancée technologique la plus radicale depuis des décennies. En outre, elle finit par seconder les travailleurs — libérant du temps pour qu'ils se concentrent sur des tâches non courantes, créatives et inventives — plutôt que les remplacer. L'IA capture et incarne les connaissances tacites (acquises par l'expérience mais difficiles à formuler) des individus et des organisations en puisant dans de vastes quantités de données nouvellement numérisées. Davantage de travailleurs peuvent donc passer plus de temps à travailler sur des problèmes nouveaux, et une part croissante de la main-d'œuvre s'assimile de plus en plus à une société de chercheurs et d'innovateurs. Il en résulte une économie où non seulement le niveau de productivité est plus haut, mais aussi où le taux de croissance est en permanence plus élevé.

Dans cet avenir, l'intégration réussie de l'IA et des robots signifie également qu'une part beaucoup plus importante de l'économie est réactive aux progrès liés à l'IA. L'IA permet à la société non seulement d'améliorer ce qu'elle fait déjà, mais aussi de faire et d'envisager ce qui était inimaginable auparavant. La recherche médicale soutenue par l'IA permet des avancées radicales dans la connaissance de la biologie humaine et la conception de médicaments. L'IA devient capable d'assister le moteur de la créativité et de la découverte scientifique — mathématiques, sciences, nouvelles évolutions de l'IA elle-même — dans une sorte d'auto-amélioration récursive qui relevait jadis de l'exercice mental de science-fiction.

Deuxième embranchement : les inégalités de revenu

L'augmentation des inégalités de revenu entre les travailleurs au cours des 40 dernières années est une préoccupation

majeure. Nombre de recherches empiriques en économie du travail suggèrent que l'ordinateur et les autres technologies informatiques pourraient avoir contribué aux inégalités de revenu en automatisant les emplois courants à rémunération intermédiaire, entraînant une polarisation de l'emploi entre les professions les moins payées et les mieux payées. Bien que le patron et l'hôtesse d'accueil soient toujours là, les ordinateurs ont remplacé une partie des employés de niveau intermédiaire (Autor, Levy et Murman, 2003). Nous envisageons deux scénarios concernant l'effet de l'IA sur les inégalités.

Un avenir d'inégalités accrues

Dans le premier scénario, l'IA conduit à de plus grandes inégalités de revenu. Les technologues et les gestionnaires conçoivent et mettent en œuvre l'IA pour qu'elle se substitue directement à de nombreuses sortes de travail humain, ce qui fait baisser le salaire de nombreux travailleurs. Comme si cela ne suffisait pas, l'IA générative commence à produire des mots, des images et des sons, c'est-à-dire à effectuer des tâches autrefois considérées comme non courantes, voire créatives, laissant, par exemple, les machines interagir avec les clients et créer le contenu d'une campagne de marketing. Le nombre d'emplois menacés par la concurrence de l'IA augmente alors considérablement. Des activités entières sont bouleversées et, de plus en plus, remplacées (une menace pour le travail peut-être pressentie par les scénaristes et les acteurs aux États-Unis lorsqu'ils ont fait grève, récemment, pour exiger des studios qu'ils limitent le recours à l'IA).

Il ne s'agit pas d'un avenir de chômage de masse, mais, dans cet avenir où les inégalités sont plus grandes, à mesure que l'IA se substitue aux emplois correctement ou très bien rémunérés, de plus en plus de travailleurs sont relégués à des emplois de service mal rémunérés — tels que ceux d'aide-soignant, d'aide maternelle ou de portier — où une certaine présence humaine est intrinsèquement estimée et où le salaire est si bas que l'employeur ne peut pas justifier le coût d'un gros investissement technologique pour les remplacer. Le dernier bastion du travail purement humain pourrait être ce type d'emplois à forte composante physique. Dans ce scénario, les inégalités de revenu s'accroissent, car le marché du travail se polarise davantage entre une petite élite très qualifiée et une vaste sous-classe de travailleurs des services, mal rémunérés.

Un avenir d'inégalités moindres

Dans le second scénario, cependant, l'IA entraîne une réduction des inégalités de revenu parce que son principal effet sur les travailleurs est d'aider les moins expérimentés ou les moins compétents à mieux faire leur travail. Les programmeurs de logiciels, par exemple, bénéficient aujourd'hui d'assistants d'IA générative comme Copilot, qui s'inspirent en réalité des meilleures pratiques de programmation de nombreux autres travailleurs. Un programmeur inexpérimenté ou médiocre utilisant Copilot devient comparable à un très bon programmeur, même si l'un et l'autre ont accès à la même IA. Une étude portant sur 5 000 travailleurs

effectuant des tâches complexes d'assistance à la clientèle dans un centre d'appel révèle que, parmi les employés bénéficiant d'un assistant d'IA, ceux qui sont les moins qualifiés ou sont arrivés en dernier affichent les gains de productivité les plus importants (Brynjolfsson, Li et Raymond, 2023). Si les employeurs partageaient ces gains avec les employés, la distribution des revenus deviendrait plus équitable.

En plus de créer un avenir où les inégalités de revenu seront moindres, l'IA peut aider le travail d'une autre manière, plus subtile mais plus profonde. Si l'IA est un substitut pour les tâches les plus courantes et les plus classiques, alors, en déchargeant l'homme des tâches courantes fastidieuses, elle peut le servir dans des tâches véritablement créatives et intéressantes, améliorant ainsi l'expérience psychologique élémentaire du travail, ainsi que la qualité des résultats. En effet, l'étude sur les centres d'appel a révélé non seulement des gains de productivité, mais aussi une réduction de la rotation du personnel et une augmentation de la satisfaction des clients pour le personnel utilisant l'assistant d'IA.

Troisième embranchement : la concentration sectorielle

Depuis le début des années 80, la concentration sectorielle — qui mesure la part de marché collective des plus grandes entreprises d'un secteur — a augmenté de façon spectaculaire aux États-Unis et dans de nombreuses autres économies avancées. Ces « superstars » du secteur sont souvent beaucoup plus capitalistiques et technologiquement plus complexes que leurs homologues plus petites.

Il existe là encore deux scénarios divergents pour l'incidence de l'IA.

Un avenir à concentration plus élevée

Dans le premier scénario, la concentration sectorielle augmente, et seules les plus grandes entreprises utilisent intensivement l'IA dans leurs activités principales. L'IA permet à ces entreprises de devenir plus productives, plus rentables et plus grandes que leurs concurrentes. Les modèles d'IA deviennent de plus en plus coûteux à mettre au point, pour ce qui est de la puissance de calcul brute — un coût initial massif que seules les plus grandes entreprises peuvent supporter — en plus de nécessiter un entraînement sur de gigantesques ensembles de données, que les très grandes entreprises possèdent déjà grâce à leurs nombreux clients, mais pas les petites entreprises. De plus, une fois entraîné et créé, le modèle d'IA peut être coûteux à faire fonctionner. Par exemple, l'entraînement du modèle GPT-4 a coûté plus de 100 millions de dollars dans la phase de développement, et son fonctionnement coûte environ 700 000 dollars par jour. Les coûts de développement d'un grand modèle d'IA pourraient bientôt se chiffrer en milliards de dollars. Les dirigeants des principales entreprises d'IA prévoient que les lois d'échelle qui montrent une forte corrélation entre l'augmentation des coûts d'entraînement et l'amélioration des résultats se maintiendront dans un avenir prévisible, donnant un avantage

aux entreprises qui ont accès aux plus gros budgets et aux plus grands ensembles de données.

Il se peut alors que seules les plus grandes entreprises et leurs partenaires commerciaux mettent au point une IA exclusive, comme l'ont déjà fait Alphabet, Microsoft ou OpenAI et qu'aucune petite entreprise n'a encore fait, ces grandes entreprises devenant ainsi encore plus grandes.

De manière plus subtile, mais peut-être plus importante, même dans un monde où une IA exclusive n'implique pas les coûts fixes importants que seules les plus grandes entreprises peuvent supporter, l'IA pourrait encore profiter de manière disproportionnée aux plus grandes entreprises en les aidant à mieux coordonner en interne leurs opérations commerciales complexes — absentes des entreprises plus petites et plus simples. La « main visible » des cadres supérieurs gérant les ressources au sein des grandes entreprises, désormais soutenue par l'IA, permet à l'entreprise de devenir encore plus efficace, remettant en cause les avantages hayekiens de la connaissance locale des petites entreprises sur un marché décentralisé.

Un avenir à concentration moindre

Dans un avenir à faible concentration sectorielle, cependant, les modèles d'IA en source ouverte (tels que LLaMA de Meta ou Koala de Berkeley) deviennent largement disponibles. Une combinaison d'entreprises à but lucratif, d'organisations à but non lucratif, d'universitaires et de programmeurs individuels crée un écosystème d'IA en source ouverte dynamique qui permet un large accès aux modèles d'IA mis au point. Les petites entreprises ont ainsi accès à des technologies de production de pointe dont elles n'auraient jamais pu bénéficier auparavant.

Une grande partie de cette évolution a été prédite dans une note interne de Google divulguée en mai 2023, dans laquelle un chercheur déclare que « les modèles en source ouverte sont plus rapides, plus personnalisables, plus privés et, à tout prendre, plus performants » que les modèles exclusifs. Il y est expliqué que les processus des petits modèles en source ouverte peuvent être rapidement répétés par de nombreuses personnes et finir par être meilleurs que ceux des grands modèles privés qui sont lentement reproduits par une seule équipe, et que les modèles en source ouverte peuvent être entraînés à moindre coût. Selon le chercheur de Google, l'IA en source ouverte pourrait en arriver à dominer les modèles exclusifs coûteux.

Il se peut également que l'IA encourage le type d'innovation large et décentralisée qui s'épanouit mieux dans une galaxie de petites entreprises que dans une seule grande entreprise. Les limites de l'entreprise sont le résultat d'une série d'arbitrages ; lorsque davantage d'innovateurs assistés par l'IA auront besoin des droits de contrôle résiduels sur leur travail, peut-être davantage d'innovateurs décideront-ils qu'il est préférable d'être à la tête d'une petite entreprise plutôt qu'employés dans une grande entreprise.

Il en résulte que la longue progression de la concentration sectorielle commence à s'essouffler, car certaines petites

entreprises agiles comblent, voire inversent, l'écart technologique avec leurs homologues plus grandes et regagnent des parts de marché.

Vers un programme de politique publique

Pour chacun des embranchements, la voie qui mène à un avenir plus sombre est celle qui offre le moins de résistance et se traduit par une faible croissance de la productivité, de plus grandes inégalités de revenu et une plus forte concentration sectorielle. Pour prendre le bon embranchement, il faudra travailler dur et mener des interventions publiques intelligentes qui aident à façonner l'avenir de la technologie et de l'économie.

Il convient également de tenir compte d'une question plus générale touchant à l'action publique. Une grande partie du discours sur la réglementation de l'IA se déroule aujourd'hui selon une sorte de modèle hydraulique : faut-il qu'il y ait plus d'IA ou moins d'IA — voire faut-il interdire l'IA ? Ce débat a lieu lorsque l'IA est perçue comme quelque chose de fixe, avec un avenir prédéterminé. L'IA peut advenir rapidement ou lentement ; il peut y en avoir plus ou moins, mais, fondamentalement, l'IA est l'IA.

Toutefois, si les décideurs comprennent que l'IA peut évoluer dans différentes directions, le discours sera formulé différemment. Comment les politiques publiques peuvent-elles encourager les types d'IA qui complètent le travail de l'homme au lieu de l'imiter et de le remplacer ? Quels choix favoriseront l'avènement d'une IA à laquelle les entreprises de toute taille pourront accéder, et pas seulement les plus grandes ? Quel type d'écosystème en source ouverte cela pourrait-il nécessiter, et comment les décideurs peuvent-ils le soutenir ? Comment les laboratoires d'IA devraient-ils aborder la formation de modèles, et comment les entreprises devraient-elles aborder la mise en œuvre de l'IA ? Comment la société peut-elle obtenir une IA qui libère une innovation radicale, au lieu d'apporter des modifications marginales aux biens, services et systèmes existants ?

De nombreux acteurs ont le pouvoir d'influer sur l'orientation de l'avenir de l'IA. Les grandes entreprises devront prendre des décisions importantes quant à la manière d'intégrer l'IA dans leur force de travail. Les plus grandes développeront aussi une IA interne. Les laboratoires d'IA et d'informatique des universités créeront également des modèles d'IA, dont certains seront mis dans le domaine

public. Les législateurs et les instances de réglementation auront un impact important, au niveau national et supranational. Les électeurs ont leur mot à dire. Les syndicats doivent déterminer le type de relation qu'ils souhaitent entretenir avec l'IA et les exigences qu'ils auront.

Nous avons esquissé plusieurs avenir possibles pour l'IA, mais il nous faut souligner la grande imprévisibilité de l'avenir de cette technologie, et le rôle que joue la société pour déterminer activement et collectivement cet avenir.

Nous avons soulevé plus de questions que nous n'avons apporté de réponses. Cela tient, pour partie, au fait que l'adoption et l'incidence de l'IA sont à un stade naissant et, pour partie, au déséquilibre plus profond entre les vastes efforts de recherche qui font reculer les frontières de la technologie et la recherche plus circonscrite qui vise à comprendre ses conséquences économiques et sociales.

Ce déséquilibre était moins important lorsque la technologie n'avait que des conséquences macroéconomiques limitées. Aujourd'hui, toutefois, alors que les effets de l'IA sur la société pourraient se mesurer en milliers de milliards de dollars, il convient d'investir beaucoup plus dans la recherche sur l'économie de l'IA. La société a besoin d'innovations en matière de compréhension de l'économie et des politiques qui soient proportionnelles à l'ampleur et à la portée des percées de l'IA elle-même. La réorientation des priorités de recherche et l'élaboration d'un programme de politique publique intelligent peuvent aider la société à avancer vers un avenir de croissance économique à la fois soutenue et inclusive. **F&D**

ERIK BRYNJOLFSSON est titulaire de la chaire Jerry Yang et Akiko Yamazaki au Stanford Institute for Human-Centered AI (HAI) et directeur du Stanford Digital Economy Lab. **GABRIEL UNGER** est boursier postdoctoral au Stanford Digital Economy Lab.

BIBLIOGRAPHIE

- Autor, David, Frank Levy, and Richard Murnane. 2003. "The Skill Content of Recent Technological Change." *Quarterly Journal of Economics* 118 (4): 1279–333.
- Brynjolfsson, Erik, Daniel Rock, and Chad Syverson. 2019. "Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics." In *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, edited by Ajay Agrawal, Joshua Gans, and Avi Goldfarb. Chicago: University of Chicago Press.
- Brynjolfsson, Erik, Danielle Li, and Lindsay Raymond. 2023. "Generative AI at Work." NBER Working Paper 31161, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Eloundou, Tyna, Sam Manning, Panels Mishkin, and Daniel Rock. 2023. "GPTs Are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models." *arXiv preprint arXiv:2303.10130*.
- Zolas, Nicholas, Zachary Kroff, Erik Brynjolfsson, Kristina McElheran, David N. Beede, Cathy Buffington, Nathan Goldschlag, Lucia Foster, and Emin Dinlersoz. 2021. "Advanced Technologies Adoption and Use by U.S. Firms: Evidence from the Annual Business Survey." NBER Working Paper 28290, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA. <https://www.nber.org/papers/w28290>.

« La société a besoin d'innovations en matière de compréhension de l'économie et des politiques qui soient proportionnelles à l'ampleur et à la portée des percées de l'IA elle-même. »