

**TECHNOLOGIE**

*Rééquilibrer  
l'intelligence artificielle*

**À L'ÉCHELLE NATIONALE**

*Chine : un chemin  
parsemé d'embûches*

**CLIMAT**

*Une transition  
stratégique*

DÉCEMBRE 2023

## **INTELLIGENCE ARTIFICIELLE**

*Quelles implications pour  
l'économie ?*



SÉRIE DES NOTES DU FMI

# RECOMMANDATIONS AUX POUVOIRS PUBLICS SUR DES SUJETS ESSENTIELS



**Informations,  
études  
et analyses.**

- ▶ Notes pratiques
- ▶ Notes fintech
- ▶ Notes des services sur les questions climatiques
- ▶ Notes sur les effets de contagion
- ▶ Notes de droit fiscal
- ▶ Notes des services du FMI
- ▶ Notes techniques et manuels



**PUBLICATIONS**

L'économie mondiale à portée de main  
[IMF.org/pubs](https://www.imf.org/pubs)



# Table des matières

## Intelligence artificielle

### 20

#### 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*

### 26

#### Rééquilibrer l'intelligence artificielle

La course à l'automatisation est périlleuse : pour favoriser une prospérité partagée, l'intelligence artificielle doit compléter les travailleurs, et non les remplacer

*Daron Acemoglu et Simon Johnson*

### 30

#### Scénarios pour un avenir sous le signe de l'IA(G)

L'IA pourrait être en passe de dépasser l'intelligence humaine. Soyons prêts

*Anton Korinek*

### 34

#### Les effets contrastés de la technologie

À mesure que l'intelligence artificielle se répandra, certains travailleurs y gagneront au change, alors que d'autres y perdront

*Andrew Berg, Chris Papageorgiou et Maryam Vaziri*

### 38

#### L'intelligence artificielle et le secteur financier

Les institutions financières devraient doubler leurs dépenses liées à l'IA d'ici à 2027

*Jeff Kearns*

### 42

#### La technologie au service du développement

D'après des études réalisées au Kenya, en Sierra Leone et au Togo, l'IA doit être soigneusement adaptée pour que les pauvres en tirent parti

*Daniel Björkegren et Joshua Blumenstock*

### 46

#### L'IA en pratique

La technologie transforme nos manières de produire notre nourriture, de prendre soin de notre santé et de garantir notre sécurité nationale

*Robert Horn, Jeremy Wagstaff et Kerry Dooley Young*

### 52

#### Lexique de l'IA

Un guide sommaire du jargon de l'intelligence artificielle

## Aussi dans ce numéro

### 54

#### Chine : un chemin parsemé d'embûches

La croissance ralentit, les risques sont nombreux, mais l'effondrement économique et financier peut être évité

*Eswar Prasad*

### 59

#### Inflation : les enseignements du passé

Une étude de 100 chocs inflationnistes enregistrés depuis les années 70 fournit de précieux indicateurs aux décideurs

*Anil Ari et Lev Ratnovski*

### 62

#### Une transition stratégique

Une fragmentation des marchés des minéraux stratégiques ralentirait la transition vers les énergies propres

*Christopher Evans, Marika Santoro et Martin Stuermer*



20

## Rubriques

6

**Kaléidoscope**

Un aperçu global et succinct

8

**L'ABC de l'économie****Promesses et périls de l'intelligence artificielle**

L'IA générative promet une vague de créativité et de productivité, mais elle pose des questions essentielles pour l'humanité

Hervé Tourpe

10

**Point de vue****Les principes de base de la gouvernance de l'IA**

Les décideurs doivent adhérer à cinq grands principes pour gouverner efficacement l'IA

Ian Bremmer et Mustafa Suleyman

**Pour une démocratie plus inclusive grâce à l'IA**

L'IA peut améliorer les institutions démocratiques en permettant aux citoyens de vraiment faire entendre leur voix

Hélène Landemore

**Libérer le potentiel de l'Inde grâce à l'IA**

L'Inde est à l'aube de transformations qui pourraient changer l'avenir de son économie et de sa société

Nandan Nilekani et Tanuj Bhojwani

18

**Pleins feux****Dispositif mondial de sécurité financière**

Dans un monde plus exposé aux chocs, il est capital de renforcer le dispositif de sécurité financière

Andrew Stanley

66

**Paroles d'économistes****L'économiste des inégalités**

Bob Simison brosse le portrait de Lawrence F. Katz, économiste du travail à Harvard, dont les recherches ont changé le regard des économistes sur les disparités économiques

70

**Entre nous****Mettre l'intelligence artificielle au service du bien de l'humanité**

Examine comment tirer parti au mieux des avantages de l'intelligence artificielle et gérer ses risques grâce à des mesures novatrices d'envergure mondiale

Gita Gopinath

73

**Notes de lecture****Se préparer à l'inévitable***Risk and Resilience in the Era of Climate Change*, Vinod Thomas**Penser les inégalités***Visions of Inequality from the French Revolution to the End of the Cold War*, Branko Milanovic**La société prospère***My Journeys in Economic Theory*, Edmund Phelps

76

**Histoires d'argent****Oiseau rare**

La mobilisation autour de l'oiseau national des Philippines pourrait juguler son rapide déclin

Analisa R. Bala

**En couverture**

L'intelligence artificielle peut emprunter divers chemins — il revient à la société de déterminer lequel. La couverture du numéro de décembre 2023 de F&D, que nous devons à Jun Cen, illustrateur installé à New York, évoque l'avenir profondément incertain de l'intelligence artificielle et notre rôle pour en déterminer l'orientation.

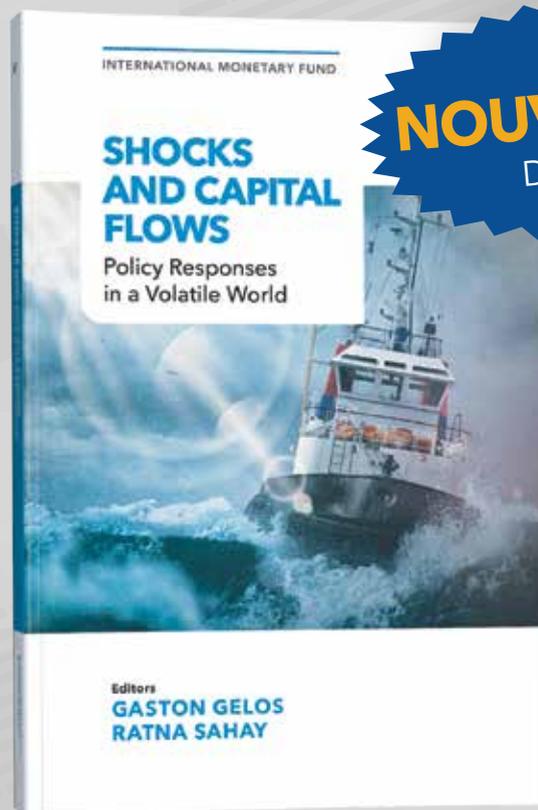
Abonnez-vous : [www.imfbookstore.org/f&d](http://www.imfbookstore.org/f&d)Disponible en ligne : [www.imf.org/fandd](http://www.imf.org/fandd)Connectez-vous : [facebook.com/FinanceandDevelopment](https://facebook.com/FinanceandDevelopment)

66



76





**NOUVEAUTÉ**  
DU FMI

## Une publication incontournable pour les décideurs, les universitaires et les intervenants sur les marchés financiers désireux de comprendre comment les pouvoirs publics réagissent aux chocs extérieurs.

- Présente des initiatives qui contribuent à la mise en place d'un cadre intégré pour l'action publique.
- Contient des analyses internationales permettant de déterminer quelles sont les politiques les plus efficaces pour faire face à l'alternance expansion-récession des mouvements de capitaux.
- Rassemble de récentes études empiriques sur les mesures pratiques qui ont réussi dans différents pays.

**« Cette précieuse contribution sur le thème des mouvements mondiaux de capitaux arrive à point nommé et contient une analyse approfondie des données en provenance de nombreux pays. »**

**NOR SHAMSI AH MOHD YUNUS**

Ancienne gouverneure  
de la Banque centrale de Malaisie



## PUBLICATIONS

L'économie mondiale à portée de main  
[IMF.org/pubs](http://IMF.org/pubs)





# PODCASTS DU FMI

D'éminents experts de l'économie et du développement présentent leurs plus récents travaux de recherche et décortiquent les tendances économiques mondiales. Les podcasts du FMI sont gratuits pour les enseignants, journalistes radio et télévision, et membres d'institutions.

**ABONNEZ-VOUS  
AUJOURD'HUI !**



**REJOIGNEZ-NOUS  
SUR LES PRINCIPAUX  
RÉSEAUX SOCIAUX**

APPLE  
GOOGLE  
LIBSYN  
SOUNDCLOUD  
SPOTIFY



**F&D FINANCES & DÉVELOPPEMENT**  
Publication trimestrielle du  
Fonds monétaire international

RÉDACTRICE EN CHEF  
**Gita Bhatt**

ÉDITRICE EN CHEF  
**Maureen Burke**

RÉDACTEURS PRINCIPAUX  
**Marjorie Henriquez, Jeff Kearns,  
Nicholas Owen, Peter Walker**

ASSISTANTS À LA RÉDACTION  
**Smita Aggarwal, Andrew Stanley**

RESPONSABLES DE LA STRATÉGIE PRODUITS NUMÉRIQUES  
**Rose Kouwenhoven, Marta Doroszcyk**

RÉDACTRICE EN LIGNE  
**Rekia Ennaboulssi**

RESPONSABLE DE PRODUCTION  
**Melinda Weir**

CORRECTRICE  
**Lucy Morales**

DIRECTION ARTISTIQUE ET MAQUETTE  
**Point Five**

CONSEILLERS DE LA RÉDACTION

**Bernardin Akitoby  
Steven Barnett  
Helge Berger  
S. Pelin Berkman  
Yan Carrière-Swallow  
Oya Celasun  
Martin Čihák  
Era Dabla-Norris  
Mame Astou Diouf  
Rupa Duttagupta**

**Davide Furceri  
Kenneth Kang  
Subir Lall  
Raphael Lam  
Malhar Nabar  
Papa N'Diaye  
Mahvash Qureshi  
Uma Ramakrishnan  
Elizabeth Van Heuvelen  
Daria Zakharova**

© 2023 Fonds monétaire international. Tous droits réservés. Pour reproduire le contenu de ce numéro de F&D, quelle qu'en soit la forme, veuillez remplir en ligne le formulaire accessible à [www.imf.org/external/terms.htm](http://www.imf.org/external/terms.htm), ou envoyer votre demande à [copyright@imf.org](mailto:copyright@imf.org). L'autorisation de reproduction à des fins commerciales s'obtient en ligne auprès du Copyright Clearance Center ([www.copyright.com](http://www.copyright.com)) contre paiement d'une somme modique.

Les opinions exprimées dans la revue n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement la politique du FMI.

Abonnement, changement d'adresse et publicités :

IMF Publication Services  
*Finance & Development*  
PO Box 92780  
Washington, DC 20090, USA  
Telephone: (202) 623-7430  
Fax: (202) 623-7201  
E-mail: [publications@imf.org](mailto:publications@imf.org)

Postmaster: send changes of address to *Finance & Development*, International Monetary Fund, PO Box 92780, Washington, DC 20090, USA.

The English edition is printed at Dartmouth Printing Company, Hanover, NH.

*Finance & Development* is published quarterly by the International Monetary Fund, 700 19th Street NW, Washington, DC 20431, in English, Arabic, Chinese, French, Russian, and Spanish. French edition 0430-473X



**FSC FPO**

## Lettre de la rédaction

# L'avènement de l'intelligence artificielle

**EN TOUTE TRANSPARENCE :** ce numéro de F&D a été intégralement rédigé grâce à l'intelligence humaine. Mais dans un avenir proche, ce magazine, ou certaines parties du moins, pourrait être réalisé avec l'assistance de l'intelligence artificielle (IA), un sujet qui a dominé les débats partout dans le monde depuis le lancement de ChatGPT il y a un an.

L'IA générative propose de nouvelles applications alléchantes dans les sphères publique et privée. Prenez par exemple la façon dont ces « machines de l'esprit » peuvent améliorer les diagnostics dans le domaine de la santé, combler les écarts en matière d'éducation, aider à lutter contre l'insécurité alimentaire grâce à une agriculture plus efficiente, dynamiser l'exploration spatiale, et même éliminer la pénibilité du travail.

Pourtant, l'enthousiasme initial suscité par l'IA a cédé la place à des préoccupations réelles et croissantes, notamment en lien avec la propagation de fausses informations qui ébranlent la démocratie et déstabilisent les économies, les menaces que l'IA fait peser sur l'emploi dans l'ensemble des secteurs d'activité, l'élargissement du fossé entre les nantis et les démunis, et la prolifération des partis pris, tant sur l'homme que sur la machine.

Dans ce numéro, nous essayons précocement de comprendre les effets de l'IA sur la croissance, l'emploi, les inégalités et la finance. Aussi avons-nous réuni des penseurs de premier plan pour voir comment nous préparer à un monde où l'IA est incontournable.

Dans notre article principal, Erik Brynjolfsson et Gabriel Unger, tous deux de l'Université Stanford, esquissent les « embranchements » qui pourraient orienter l'IA et l'économie vers des résultats très différents (bénéfiques ou

préjudiciables). L'avenir qui se dessine sera façonné par de nombreux facteurs, notamment par les décisions prises aujourd'hui en matière de technologies et de politiques, notent-ils.

Pour Daron Acemoglu et Simon Johnson, professeurs au MIT, l'impact de l'IA à terme dépendra de la manière dont cette technologie affectera les travailleurs. L'innovation conduit toujours à une hausse de la productivité, mais pas forcément à une prospérité partagée, selon que les machines viennent épauler ou remplacer les humains. Les économistes présentent quelques pistes, telles que celle consistant à donner voix au chapitre aux travailleurs, qui seraient à même de réorienter les avancées de l'automatisation pure vers une voie favorisant la complémentarité humain-machine, pour créer des tâches nouvelles et plus gratifiantes.

L'IA progresse à grands pas. Compte tenu du caractère imprévisible inhérent à l'IA, Anton Korinek, de l'Université de Virginie, recommande de se préparer à plusieurs scénarios. Il explique comment différents niveaux d'évolution technologique, selon que l'IA dépasse ou non l'intelligence humaine (et dans quel délai), conduiraient à des résultats très différents pour l'économie et les travailleurs. Les décideurs devraient préparer des réformes pour chacun de ces scénarios et les adapter en fonction de l'évolution de la situation, conseille-t-il.

Cela nous amène à la gouvernance de l'IA. Ian Bremmer, président d'Eurasia Group, et Mustafa Suleyman, PDG

d'Inflection AI, mettent en avant les défis à relever en matière de réglementation dans un contexte où les pays rivalisent pour être à la pointe de l'IA. Ils anticipent que la gouvernance de l'IA sera l'un des défis les plus difficiles à relever pour la communauté internationale dans les décennies à venir

et décrivent des principes pour guider l'élaboration de politiques dans ce domaine.

Gita Gopinath (FMI) recommande de parvenir à un équilibre entre l'innovation et la réglementation dans l'élaboration d'un ensemble unique de politiques en matière d'IA. Dans la mesure où l'IA traverse les frontières, il est impératif d'instaurer de toute urgence une coopération mondiale pour tirer au mieux parti de ses énormes possibilités, tout en réduisant au maximum les préjudices évidents pour la société, écrit-elle.

Dans d'autres articles incitant à la réflexion, Daniel Björkegren et Joshua Blumenstock montrent comment le Kenya, la Sierra Leone et le Togo ont adapté l'IA au profit des pauvres. Nandan Nilekani estime que l'Inde est à l'aube d'une révolution de l'IA qui aidera le pays à relever les défis économiques et sociaux urgents. Nous brosons aussi le portrait de Lawrence F. Katz, économiste spécialiste du travail à l'Université Harvard, dont les travaux décisifs sur les inégalités éclairent le débat sur l'IA.

L'IA peut évoluer dans des directions très différentes, et cela met en évidence le rôle que la société peut jouer pour façonner activement et collectivement son avenir. Ce qui est clair, c'est que les technologies doivent être conçues comme des outils capables de développer le potentiel et l'ingéniosité de l'humain, et non comme des outils susceptibles de les émousser. En définitive, il s'agit d'identifier ce que l'IA peut faire pour aider les gens. **F&D**



« En définitive, identifions ce que l'IA peut faire pour aider les gens. »

**Gita Bhatt**, rédactrice en chef

# Kaléidoscope

Un aperçu global et succinct



**ARRÊT SUR IMAGE :** Selon les dernières *Perspectives économiques régionales du FMI : Afrique subsaharienne*, les pays de la région, à peine remis de la pandémie, se sont heurtés à une économie mondiale atone, à l'inflation qui sévit dans le monde entier, aux coûts d'emprunt élevés et à une crise du coût de la vie. L'instabilité politique reste par ailleurs une préoccupation. Pour que le rebond ne soit pas uniquement une embellie passagère, les pouvoirs publics de la région doivent mettre le cap sur les réformes pour regagner le terrain perdu lors des crises récentes et dégager une marge afin de répondre aux besoins urgents en matière de développement, indique le rapport.

Au-dessus, Gladys Lampey au port Jamestown d'Accra (Ghana). Photo FMI/Andrew Caballero-Reynolds.

## Repenser la politique budgétaire

**IL FAUT VAINCRE** la tentation de financer toutes les dépenses par la dette, prévient Gita Gopinath, directrice générale adjointe du FMI, dans une tribune pour *le Financial Times*. Elle appelle à remettre l'accent sur la politique budgétaire et à la repenser de fond en comble.

Il s'agit de redéfinir le champ d'action des pouvoirs publics, dit G. Gopinath. L'État ne peut pas être l'assureur de premier recours pour tous les chocs. Les réserves budgétaires épuisées doivent être reconstituées, et les mesures de riposte aux chocs,

à vocation provisoire, devraient cibler les plus vulnérables. Les recettes doivent être à la hauteur des dépenses et il convient d'adopter des mesures de tarification du carbone. En outre, les cadres budgétaires doivent être renforcés ; les pays doivent pouvoir répondre aux chocs, mais avec des modalités de sortie claires.

« On attend beaucoup des décideurs », écrit-elle. « Il est essentiel de redresser les finances publiques pour veiller à ce que les gouvernements puissent répondre aux besoins des populations. »

«

Pour plusieurs pays avancés dont les populations vieillissent, les réformes des prestations sociales sont inéluctables. »

— Gita Gopinath, *The Financial Times*, le 27 octobre 2023



## Verbatim :



« Beaucoup d'économistes, surtout ces 15 à 20 dernières années, ont tenu pour acquise l'indépendance des banques centrales. Ils se fondent sur des modèles technocratiques stériles et ne réalisent pas que les banquiers centraux doivent constamment se battre pour préserver cette indépendance. Ces derniers opèrent dans un environnement hautement politique où ils doivent défendre leur droit à mener une politique monétaire indépendante. »

— Kenneth Rogoff, titulaire de la chaire Maurits C. Boas d'économie internationale à l'Université Harvard, lors d'une session sur les défis de la politique monétaire à la conférence annuelle Jacques Polak du FMI



« Ce dont l'Inde a besoin, c'est d'un plan stratégique pour ne pas manquer les possibilités les plus intéressantes de mettre à profit l'IA. Il s'agit moins de se focaliser sur la technologie elle-même que de réfléchir aux problèmes des citoyens que les technologies existantes n'ont pas su résoudre. »

— Nandan Nilekani, président et cofondateur d'Infosys (voir *Libérer le potentiel de l'Inde grâce à l'IA*, dans ce numéro de F&D)

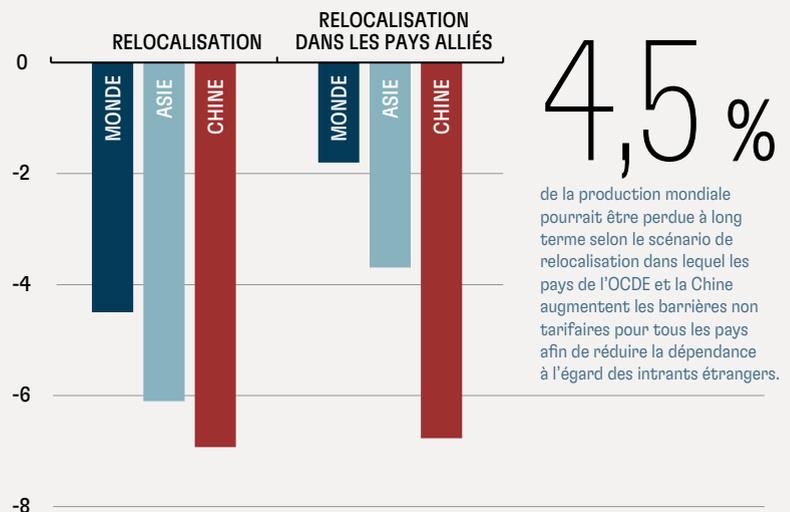


**DANS L'ACTUALITÉ :** « À l'approche de la COP28, nous devons faire preuve de plus d'ambition pour réduire de manière décisive les émissions et prévenir les risques graves pour le bien-être économique et la stabilité macrofinancière », a déclaré Kristalina Georgieva, directrice générale du FMI, lors du sommet des dirigeants du G20 en septembre, citant la conférence des Nations Unies sur le changement climatique qui se tient ce mois-ci aux Émirats arabes unis. *Ouvriers dans une sous-station électrique du parc éolien d'Aurora au Chili. Photo FMI/Tamara Merino.*



## EN CHIFFRES

Les stratégies dites « d'atténuation des risques » de la Chine et des États-Unis et autres pays de l'OCDE, qui visent à relocaliser la production chez eux ou dans des pays alliés afin de s'éloigner les uns de l'autre, peuvent peser lourdement sur la croissance. (PIB, écart en pourcentage par rapport au niveau de référence)



SOURCE : FMI, *Perspectives économiques régionales : Asie et Pacifique*, octobre 2023.

## L'ABC de l'économie



# Promesses et périls de l'intelligence artificielle

*L'IA générative promet une vague de créativité et de productivité, mais elle pose des questions essentielles pour l'humanité*

**Hervé Tourpe**

**IMAGINEZ UN MONDE OÙ** les artistes, les romanciers, voire les économistes, sont des machines produisant du contenu qui imite l'intelligence humaine. Alan Turing, pionnier de l'informatique, l'a envisagé dans un article de 1950. Avec ChatGPT et les autres outils d'intelligence artificielle (IA) générative, le « jeu d'imitation » qu'il prédisait est devenu réalité. Nous voilà catapultés dans un univers jadis réservé à la science-fiction.

La « GenAI » est à ce jour le progrès le plus impressionnant en matière d'apprentissage automatique. Ce bond spectaculaire dans la capacité de l'IA à comprendre et interagir avec des modèles de données complexes va déclencher une nouvelle vague de créativité et de productivité. Mais elle pose des questions de taille pour l'humanité.

Dans les années 60, le programme ELIZA a impressionné par sa capacité à générer des réponses semblables à celles d'un humain. Rudimentaire et paramétré avec des règles fixes, il était le précurseur de nos agents conversationnels. Deux décennies plus tard, les réseaux de neurones artificiels voyaient le jour. Inspirés du cerveau humain, ils dotaient les machines de nouvelles compétences, comme la compréhension des nuances du langage et la reconnaissance des images. Mais les progrès ont été freinés par un réservoir de données d'apprentissage limité et une puissance informatique inadaptée. Or ces deux ressources ont doublé de volume chaque année, ouvrant la voie à la troisième vague de l'IA dans les années 2000 : l'apprentissage profond.

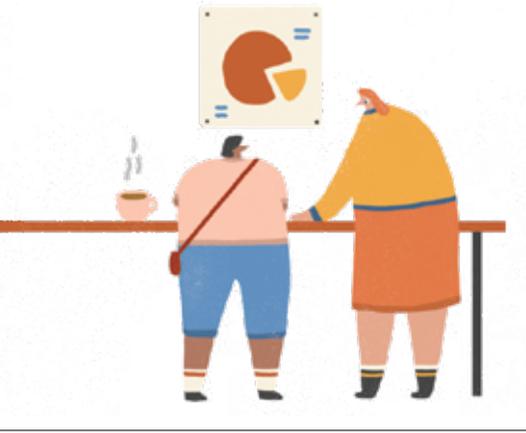
### L'apprentissage profond

À l'image de Google Translate, des assistants numériques Alexa et Siri et des voitures autonomes, les machines ont commencé à comprendre et interagir avec le monde. Pourtant, il manquait une pièce au puzzle. Capables d'assister et de prédire, les machines ne comprenaient pas vraiment les subtilités de la conversation humaine et n'égalait pas l'humain dans la production de contenu.

En 2014, les réseaux antagonistes génératifs (RAG) ont placé deux réseaux de neurones en compétition afin qu'ils se perfectionnent mutuellement. Le « générateur » créait des données, du texte ou des images d'imitation, et le « discriminateur » essayait de différencier le vrai du faux. Cette technologie a révolutionné la façon dont l'AI comprenait et reproduisait des modèles complexes.

La dernière pièce du puzzle est arrivée en 2017 avec l'article « Attention Is All You Need ». Il est apparu qu'en apprenant l'IA à se concentrer sur certaines parties des données en entrée, la machine en assimilait l'essence. Cette IA générative a produit un contenu à l'aspect singulièrement humain.

Les RAG et les mécanismes d'attention, accompagnés par l'expansion continue de l'information et de la puissance informatique, ont jeté les bases de ChatGPT, l'agent conversationnel le plus stupéfiant jamais vu. Il a été lancé en novembre 2022 par OpenAI, vite imité par d'autres bigtechs.



« Les créations de la GenAI sont tellement convaincantes qu'elles peuvent créer une fausse impression de réalité. Elles peuvent propager la désinformation, inciter à la panique, voire déstabiliser les systèmes économiques et financiers. »

## Économie et finance

L'IA n'est pas une nouveauté en économie et en finance. Depuis longtemps, l'IA traditionnelle effectue des calculs, sonde les tendances des marchés et personnalise des produits financiers. La GenAI va plus loin et interprète des données complexes de façon plus créative. En disséquant les relations alambiquées entre des indicateurs économiques ou des variables financières, elle génère des prévisions, mais aussi plusieurs scénarios, des graphiques éclairants et même des séquences de code qui pourraient révolutionner le secteur.

Le passage à l'IA générative a ouvert un nouveau champ des possibles dans les sphères publiques et privées. Les États commencent à utiliser ces outils intelligents pour améliorer les services publics et surmonter les pénuries de main-d'œuvre. Les banques centrales y voient une capacité accrue à examiner de gros volumes de données bancaires pour affiner les prévisions économiques et mieux surveiller les risques, notamment la fraude.

Les sociétés d'investissement se tournent vers la GenAI pour détecter de subtiles évolutions des cours des actions et du sentiment du marché, puisant dans un corpus plus vaste pour proposer des solutions plus créatives, en vue de stratégies de placement plus lucratives. Les compagnies d'assurances évaluent la capacité des modèles génératifs à créer des polices mieux alignées avec les besoins et les préférences des clients.

L'évolution effrénée de la GenAI repousse les capacités de l'IA en

économie et finance, en introduisant des solutions novatrices à de vieux problèmes. Les sceptiques estiment que, comme un perroquet stochastique, l'IA peut créer des faits absurdes et erronés, un phénomène appelé « hallucination », et qu'elle ne connaît pas le sens des mots. Les connaissances de ChatGPT se limitent à sa date de mise à jour, avancent-ils aussi. Peut-être. Mais combien de temps ces arguments tiendront-ils ?

En tout cas, l'enthousiasme qui a d'abord entouré la GenAI a laissé place à des inquiétudes croissantes. Les problématiques traditionnellement associées à l'IA, comme l'amplification des biais existants dans les données d'apprentissage ou le manque de transparence dans les décisions, prennent un caractère plus pressant. De nouvelles inquiétudes ont également vu le jour.

## L'IA utilisée comme une arme

L'un des risques particulièrement alarmants est la faculté de la GenAI à étayer les croyances et opinions préexistantes, ce qui pourrait renforcer les chambres d'écho et les silos idéologiques. Des acteurs malveillants pourraient en jouer, pas seulement par l'écrit : en mars 2022, une vidéo générée par l'IA montrait le président ukrainien Volodymyr Zelensky se rendre devant les forces russes. Preuve que la GenAI peut être utilisée pour manipuler la politique, les marchés et l'opinion.

Histoires inventées, images altérées, vidéos de synthèse : les créations de la GenAI sont tellement convaincantes

qu'elles créent une fausse impression de réalité. Elles peuvent propager la désinformation, inciter à la panique voire déstabiliser les systèmes économiques et financiers.

Les suppressions d'emplois sont une autre source d'inquiétude. La GenAI continue d'évoluer et présente le potentiel d'automatiser certaines tâches, ce qui entraîne de nombreuses pertes d'emplois et nécessite de nouvelles stratégies pour l'emploi et le recyclage.

Cette année, d'éminents spécialistes de l'IA, parmi lesquels le créateur de ChatGPT, ont cosigné une lettre dans laquelle ils estiment que « l'atténuation du risque d'extinction lié à l'IA devrait être une priorité mondiale, au même titre que d'autres risques d'ampleur sociétale tels que les pandémies et les guerres nucléaires ». Ils se faisaient l'écho des inquiétudes exprimées par Turing, qui avait prévenu que « le danger existe de voir les machines prendre un jour le contrôle de nos vies ».

Nous voici à un carrefour de la technologie et l'éthique. Il est impossible de désinventer la GenAI. En exploitant son pouvoir transformateur, il est impératif de garder à l'esprit la mise en garde de Turing. Ce virage monumental exige une surveillance vigilante, de nouveaux cadres réglementaires et un engagement indéfectible à développer des innovations éthiques, transparentes et contrôlables en harmonie avec les valeurs humaines. **F&D**

**HERVÉ TOURPE** est chef de l'unité consultative sur les questions numériques du FMI.

## Point de vue

# Les principes de base de la gouvernance de l'IA

Ian Bremmer et Mustafa Suleyman



*Les décideurs doivent adhérer à cinq grands principes pour gouverner efficacement l'IA*



L'intelligence artificielle (IA) va nous exposer à des progrès scientifiques révolutionnaires, à un accès sans précédent à la technologie, à une désinformation toxique bouleversant les démocraties et à des perturbations économiques. Ce faisant, elle va provoquer un changement fondamental dans la structure et l'équilibre des puissances dans le monde.

Les institutions politiques du monde entier se retrouvent donc face à un défi unique, celui de créer des normes adaptées à une nouvelle technologie dynamique, d'atténuer ses risques potentiels et d'équilibrer les intérêts géopolitiques d'acteurs divers et variés. Ces derniers viendront de plus en plus du secteur privé, ce qui exigera un haut niveau de coordination entre États, y compris entre concurrents et adversaires sur le plan stratégique.

**L'IA peut devenir la première technologie capable de s'améliorer toute seule.**

En 2023, de Bruxelles à Bangkok en passant par Pékin, les législateurs élaborent des cadres réglementaires pour gouverner une IA au développement exponentiel. Au Japon, les dirigeants du G7 ont lancé le « processus d'Hiroshima » afin de s'attaquer à certaines des questions les plus épineuses soulevées par l'IA générative, et l'ONU a créé un organisme consultatif sur l'IA. Au sommet du G20 à New Delhi, le Premier ministre indien Narendra Modi a appelé de ses vœux un nouveau cadre pour une gouvernance de l'IA responsable et centrée sur l'humain, et la présidente de la Commission européenne, Ursula von der Leyen, s'est exprimée en faveur d'un nouvel organe de surveillance des risques de l'IA inspiré du GIEC.

En novembre, le Royaume-Uni a accueilli le premier sommet mondial sur les risques associés à l'IA. Même aux États-Unis, qui accueillent les plus grosses sociétés d'IA du monde et sont généralement rétifs à encadrer les nouvelles technologies, la réglementation de l'IA apparaît inéluctable et, chose rare, elle fait l'objet d'un consensus bipartite.

Les décideurs mondiaux n'ont pas tardé à élever la gouvernance de l'IA au rang de priorité. C'est encourageant, mais il est tout aussi important de déterminer le *type* de réglementation à adopter. L'IA ne ressemble à aucun défi précédent, et ses caractéristiques uniques, conjuguées

aux motivations géopolitiques et économiques des principaux acteurs, exigent une gouvernance créative.

En matière de changement climatique, les moyens de réduire les émissions sont nombreux, mais l'objectif global est unique. Avec l'IA, les autorités doivent à la fois stimuler l'innovation afin de relever des défis insurmontables et d'éviter une dangereuse prolifération, et se donner les moyens d'obtenir un avantage géopolitique sans déclencher une nouvelle course à l'armement.

## Le paradoxe de la puissance de l'IA

L'IA ne peut être gouvernée comme une technologie existante, car elle est hors cadre. En plus de poser des problèmes aux autorités, ses caractéristiques uniques rendent la résolution de ces problèmes de plus en plus ardue. C'est tout le paradoxe de la puissance de l'IA.

Toutes les technologies évoluent, mais l'IA est hyperévolutif. Le rythme d'amélioration de l'IA dépassera largement la puissante loi de Moore, qui avait prévu le doublement de la puissance des ordinateurs tous les deux ans. La puissance de calcul utilisée pour former les modèles les plus puissants d'IA est multipliée par 10 tous les ans depuis 10 ans. Des opérations qui prenaient deux semaines s'effectuent en quelques secondes. Les technologies à la base de l'IA deviendront plus intelligentes, moins chères et plus accessibles.

Mais le caractère unique de l'IA ne se résume pas à l'augmentation des capacités de calcul. Peu de monde avait prédit l'évolution de l'IA, depuis la formation de grands modèles de langage jusqu'à la résolution de problèmes complexes ou à la composition de musique. Bientôt, ces systèmes pourraient être quasi autonomes. Cette évolution, déjà révolutionnaire en soi, pourrait faire de l'IA la première technologie capable de s'améliorer toute seule.

L'IA prolifère facilement. Comme pour tout logiciel, les algorithmes de l'IA sont beaucoup plus faciles et moins chers à copier et partager (ou voler) que des biens physiques. Et comme ces algorithmes gagnent en puissance et que la puissance de calcul devient meilleur marché, ces modèles fonctionneront

bientôt sur les téléphones intelligents. Jamais une technologie aussi puissante n'avait été aussi rapidement et largement accessible. Dans la mesure où leur coût marginal (sans parler du coût marginal de la livraison) est nul, les modèles d'IA peuvent se retrouver et se retrouveront partout dès leur sortie. La plupart seront sûrs et formés de façon responsable, mais, comme avec les virus, il suffit d'un modèle malveillant ou « dissident » pour semer le trouble.

## La tentation du laissez-faire

La nature de l'IA suppose aussi des motivations différentes. Les technologies à double usage ne datent pas d'hier (la prolifération du nucléaire civil est surveillée de près), et l'IA n'est pas la première technologie où la frontière entre les usages civils et militaires est floue. Mais, si des technologies comme l'enrichissement de l'uranium sont complexes et onéreuses, le faible coût de l'IA la rend déployable à l'infini, dans un cadre civil ou militaire. En ce sens, l'IA est un moyen inédit et très dangereux de projeter la puissance.

Il est déjà difficile de restreindre l'IA sur le plan technologique. Et comme elle peut enrichir et renforcer des acteurs influents, les autorités et les sociétés privées développant l'IA sont incitées à faire précisément l'inverse. Pour faire simple, la suprématie en matière d'IA est l'objectif stratégique de tout État et toute société ayant les ressources de relever le défi. Là où la Guerre froide avait été rythmée par une course à l'armement nucléaire, la rivalité géopolitique actuelle se traduira par une concurrence mondiale autour de l'IA. Pour les États-Unis et la Chine, la suprématie en matière d'IA est un objectif stratégique à atteindre et dont il faut priver l'autre. Dans cette dynamique à somme nulle, Pékin et Washington appuient davantage sur l'accélérateur que sur le frein.

Il était déjà compliqué de surveiller les activités dans le nucléaire il y a 30 ans ; il sera encore plus difficile de le faire pour l'IA. Même si les puissances mondiales avaient l'intention de maîtriser l'IA, rien ne garantit qu'elles seraient capables de le faire, car c'est le privé qui contrôle la quasi-totalité de l'IA. Si les quelques bigtechs qui contrôlent actuellement

l'IA devraient conserver leur avantage sur l'avenir prévisible, la prolifération progressive de l'IA verra certainement de plus en plus de petits acteurs pénétrer le secteur, rendant sa gouvernance encore plus complexe. En tout cas, les sociétés privées et les spécialistes qui contrôleront l'IA ne seront que peu incités à s'autoréguler.

Chacune de ces spécificités mettrait à l'épreuve les modèles de gouvernance traditionnels. Mises bout à bout, elles les rendent inadéquats et exposent les autorités à un défi encore jamais vu.

## Principes de gouvernance

Pour être efficace, la gouvernance de l'IA doit s'adapter à ses caractéristiques uniques. La première, c'est qu'en raison du caractère hyperévolutif de l'IA, les progrès dans ce domaine sont imprévisibles. Ainsi toute mesure adoptée aujourd'hui ne sera pas forcément efficace ni même pertinente dans quelques mois, et encore moins dans quelques années. On ferait donc fausse route à imposer des régimes rigides.

Il serait plus utile d'établir un ensemble de principes de départ sur lesquels la gouvernance de l'IA reposerait :

- **Précaution** : Le profil risque-bénéfice de l'IA est asymétrique. Bien que le potentiel de l'IA laisse entrevoir des bienfaits colossaux, il convient de se prémunir de ses défauts potentiellement catastrophiques. Déjà largement utilisé, le principe de précaution doit être adapté à l'IA.
- **Réactivité** : Les mesures sont généralement élaborées à partir de structures statiques privilégiant la stabilité et la prévisibilité par rapport au dynamisme et à la flexibilité. Cela ne fonctionnera pas avec l'IA. La gouvernance doit allier réactivité, évolutivité et auto-correction, car l'IA conjugue rapidité, hyperévolutivité et autoamélioration.
- **Inclusivité** : Les meilleures réglementations, en particulier dans la technologie, ont toujours fonctionné en collaboration avec le secteur privé. Cela est particulièrement valable pour l'IA. Compte tenu de la nature exclusive (pour l'instant au moins) du développement de l'IA (et de la complexité de la technologie), le seul

moyen de superviser efficacement l'IA consiste à collaborer avec les entreprises de technologie. L'IA ne connaissant pas de frontières, les autorités doivent impliquer les sociétés dans des accords internationaux. Cette inclusion serait inédite, mais une exclusion tuerait dans l'œuf toute structure de gouvernance.

- **Imperméabilité :** Étant donné la capacité de l'IA à proliférer facilement, la moindre faille pourrait faire fuiter un modèle dangereux. Tout mécanisme de conformité doit donc être hermétique, avec une entrée facile afin d'encourager la participation et une sortie coûteuse afin de décourager la désobéissance.
- **Ciblage :** Compte tenu du caractère généraliste de l'IA et des complexités liées à son encadrement, un seul régime de gouvernance ne suffit pas à couvrir les différences sources de risques. Pour déterminer les outils à même de cibler ces risques, il faudra une taxonomie évolutive des différentes répercussions potentielles de l'IA. La gouvernance doit être ciblée, fondée sur les risques et modulaire, et non universelle.

La gouvernance de l'IA sera l'un des défis les plus ardues de la communauté internationale dans les décennies à venir. Il est tout aussi impératif de réglementer l'IA que de le faire correctement. Les discussions au sujet des politiques en matière d'IA se soldent trop souvent par un faux débat entre progrès et échec (ou entre avantages géopolitiques et économiques, et atténuation des risques). Au lieu d'être créatives, les solutions s'apparentent trop souvent aux paradigmes des problèmes d'hier.

Il sera essentiel de déployer des mesures de qualité, mais cela passe par de bonnes institutions. Pour les mettre en place, la communauté internationale doit s'entendre sur un cadre conceptuel. Nous proposons de partir de ces principes. **F&D**

**IAN BREMMER** est le président et fondateur d'Eurasia Group et de GZERO Media. **MUSTAFA SULEYMAN** est PDG et cofondateur d'Inflection AI.

# Pour une démocratie plus inclusive grâce à l'IA



**Hélène Landemore**

*L'IA peut améliorer les institutions démocratiques en permettant aux citoyens de vraiment faire entendre leur voix*

L'opinion redoute que l'intelligence artificielle (IA) ne soit en train de saper la démocratie ou s'apprête à le faire. L'IA risquerait de supprimer des emplois, de déstabiliser l'économie et de creuser le fossé entre riches et pauvres. Elle serait aussi susceptible de renforcer la concentration du pouvoir au sein d'une poignée d'entreprises technologiques et d'affaiblir les structures étatiques destinées à réglementer le secteur. Certains craignent en outre que les géants de la technologie et les États ne délèguent de plus en plus le pouvoir de décision aux machines, pour finir par substituer une « algocratie » à la démocratie, les règles n'étant alors plus définies par le peuple, mais par des algorithmes.

Cette vision dystopique fait fi de notre capacité actuelle à orienter le développement de l'IA. En tant que sociétés humaines, nous avons la capacité politique (du moins pour le moment) et la responsabilité de remédier aux effets préjudiciables que l'IA pourrait avoir. La technologie nous offre aussi la possibilité d'exploiter l'IA pour améliorer notre démocratie de telle sorte que nous soyons collectivement plus en mesure d'administrer, et pas simplement de réglementer, l'IA.

À l'instar d'autres défis éthiques et politiques, comme la modification du génome, la gouvernance de l'IA ne réclame pas uniquement plus d'interventions des experts et un surcroît de réglementation, mais davantage d'expression et de participation citoyennes, par exemple pour

décider de la façon dont nous gérons les effets distributifs de l'IA sur l'économie. Comme d'autres sujets de préoccupation mondiaux, tels que le changement climatique, la bonne gouvernance de l'IA exige que cette voix démocratique soit entendue au niveau des institutions internationales. Par chance, l'IA peut promouvoir une forme de démocratie plus inclusive, participative et délibérative, y compris à l'échelle planétaire.

## Expériences participatives

Depuis 40 ans, de nombreux gouvernements lancent des expériences pour que la participation des citoyens à l'élaboration des politiques et des lois ne se résume pas à leur droit de vote. Ces expériences sont conduites principalement au niveau local et à petite échelle, essentiellement comme les assemblées et jurys de citoyens, qui se sont multipliés en lien avec les questions climatiques et d'autres problématiques. En 2020, un rapport de l'OCDE a recensé près de 600 expériences de ce type où un échantillon aléatoire de citoyens s'est impliqué fortement dans un dossier et a formulé des recommandations éclairées (voire, dans un cas, des propositions).

Mais certaines de ces expériences politiques visaient aussi à obtenir une participation massive des citoyens, comme lors des processus constitutionnels organisés en Afrique du Sud, au Brésil, au Kenya, au Nicaragua et en Ouganda dans les années 80 et 90, et plus récemment au Chili, en Égypte et en Islande, où des

## « La réglementation de l'IA sera sans doute mieux respectée et plus efficace dans des démocraties qui maîtriseront l'IA. »

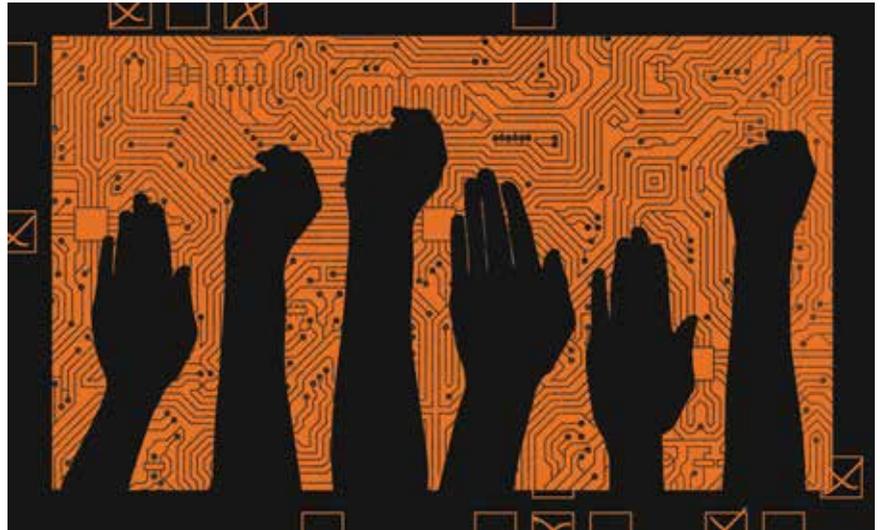
consultations et des financements participatifs ont été mis en place à très grande échelle pour que les citoyens ordinaires puissent s'exprimer. Certes, toutes ces tentatives n'ont pas été couronnées de succès, mais elles dessinent une tendance assez forte.

Certains gouvernements ont aussi lancé de vastes campagnes de consultation sous diverses formes. Le Grand Débat national lancé par le président français Emmanuel Macron en réponse au mouvement des gilets jaunes et qui a réuni environ 1,5 million de personnes, en est un exemple. À citer également, la conférence sur l'avenir de l'Europe, où des citoyens des pays membres de l'Union européenne (UE) ont été conviés à se prononcer sur les réformes des politiques et des institutions de l'UE, ce qui a incité 5 millions de personnes à visiter le site Internet et 700 000 à participer aux débats.

À l'exception de quelques éléments en ligne, il s'agissait pour l'essentiel de processus faiblement technologiques, analogiques et sans aucun recours à l'IA. Dans ces conditions, submergés par des données brutes extrêmement diverses ou incertains de leur signification, les responsables politiques ont facilement perdu de vue la contribution des citoyens, autorisés à s'exprimer, mais pas toujours entendus. En outre, le niveau de délibération, y compris pour les participants, était souvent superficiel.

### Des débats approfondis

Nous avons désormais la possibilité de transposer ces processus délibératifs à une autre échelle et de les améliorer de



façon exponentielle, pour que les voix citoyennes, dans toute leur richesse et leur diversité, fassent la différence. Le cas de la province chinoise de Taiwan illustre cette transition.

Après la révolution des tournesols en 2014, qui a amené au pouvoir des dirigeants politiques férus de technologie, une plateforme de données ouvertes en ligne appelée pol.is a été introduite. Elle permet aux citoyens d'exposer en détail leur opinion sur n'importe quel sujet, de la réglementation d'Uber aux politiques concernant la COVID, et de voter sur les opinions exprimées par d'autres. La plateforme utilise également ces votes pour cartographier l'opinion publique, aidant ainsi les contributeurs à savoir quelles propositions feraient consensus, tout en identifiant clairement les opinions minoritaires et divergentes, voire les groupes de lobbyistes défendant manifestement une ligne officielle. Ceci contribue à une compréhension mutuelle et réduit la polarisation. Les responsables politiques utilisent ensuite les informations qui en résultent pour formuler des politiques publiques reflétant l'ensemble des points de vue.

Ces derniers mois, pol.is a évolué et intègre l'apprentissage automatique avec certaines de ses fonctions pour que l'expérience de la plateforme soit plus délibérative. Les contributeurs peuvent maintenant échanger avec un grand modèle de langage (GML ; issu de l'IA) qui s'exprime au nom de différents groupes d'opinion et aide chaque personne à situer la position de ses alliés, de ses opposants

et toutes les positions intermédiaires. Ceci permet de bénéficier d'une expérience véritablement plus délibérative et contribue encore à dépoliariser les débats. À l'heure actuelle, cet outil est souvent utilisé pour consulter les résidents et 12 millions de personnes (soit presque la moitié de la population) y participent.

Avec leurs propres défis de gouvernance à relever, les sociétés voient également tout le potentiel des consultations à grande échelle améliorées par l'IA. Après avoir lancé son conseil de surveillance plus classiquement technocratique, composé de juristes et d'experts chargés des décisions relatives aux contenus, Meta (l'ancien Facebook) a commencé à expérimenter en 2022 les forums communautaires, où des groupes d'utilisateurs choisis au hasard dans plusieurs pays peuvent échanger sur la réglementation des contenus concernant le climat. Une initiative encore plus ambitieuse a été lancée en décembre 2022, avec 6 000 utilisateurs représentant 32 pays et 19 langues qui ont débattu pendant plusieurs jours du cyberharcèlement dans le métavers. Dans ce cadre, les délibérations hébergées sur une plateforme de l'Université Stanford étaient modérées par une IA (encore basique) qui attribuait les temps de parole et aidait les groupes à choisir les thématiques et à fixer le temps à y consacrer.

À ce jour, rien ne démontre que la modération par l'IA est plus performante que la modération humaine, mais cela pourrait changer rapidement. Et l'IA présentera alors clairement l'avantage

# F&D

Online editions in six languages

Léala en español



Disponible en français !



Читайте по-русски!

اقرأ باللغة العربية!

请阅读中文版!



日本語はこちら!

[www.imf.org/fandd](http://www.imf.org/fandd)

d'être bien moins chère, ce qui n'est pas négligeable si les processus de délibération approfondie entre humains (plutôt qu'entre humains et imitateurs GML comme dans l'expérience taiwanaise) doivent changer d'échelle pour passer de 6 000 personnes à plusieurs millions.

## Traduction, résumé, analyse

Les applications de l'IA dans le domaine de la démocratie délibérative sont toujours en phase expérimentale. La traduction instantanée pour des groupes multilingues est la prochaine étape, comme le résumé de délibérations collectives. D'après des études récentes, la précision de l'IA est supérieure de 50 % à la précision humaine pour les tâches de résumé (selon une évaluation conduite par des étudiants de premier cycle formés à comparer des résumés de transcriptions de délibérations produits respectivement par l'IA et des codeurs humains). Cependant, une certaine dose d'intelligence humaine sera sans doute nécessaire pour un grand nombre de ces tâches. Le cas échéant, l'IA sera néanmoins utile aux analystes, aux modérateurs et aux traducteurs humains.

Plusieurs moyens d'améliorer la démocratie grâce à l'IA sont envisageables à terme. OpenAI, la société à l'origine de ChatGPT, vient de lancer un programme de bourses baptisé « Democratic inputs to AI », qui a subventionné les 10 équipes les plus prometteuses au monde pour l'élaboration d'algorithmes applicables à la délibération humaine (pour ne rien vous cacher, je fais partie du groupe d'universitaires qui ont été consultés pour rédiger l'appel à candidatures et sélectionner les lauréats). Il faut espérer que ces outils seront déployés prochainement, en particulier pour servir aux délibérations mondiales sur la gouvernance de l'IA.

## Tenir compte des risques

Déployer l'IA dans la sphère démocratique n'est pas sans risques (distorsion des données, confidentialité, potentiel de surveillance, défis juridiques, etc.) et ce, dans presque tous les domaines. Deux autres problèmes se posent, à savoir le fossé numérique et le risque d'exclusion des technosceptiques et des personnes

ne maîtrisant pas les technologies numériques. Bon nombre de ces problèmes devront être traités sur les plans politique, économique, juridique et surtout social, plutôt que sous le seul angle de la technologie. Même si la technologie peut avoir son utilité là aussi.

Les problèmes de confidentialité et de surveillance, par exemple, peuvent être résolus par des protocoles sans divulgation de connaissances (ou preuves à connaissances nulles, ou encore ZKP), qui visent à vérifier ou « prouver » l'identité sans collecter de données sur les participants (authentification par SMS ou via une chaîne de blocs). Les protocoles ZKP peuvent servir aux votes en ligne et dans le cadre de délibérations (par exemple pour partager des informations sensibles ou jouer le rôle de lanceur d'alerte). Dans le même temps, l'IA générative peut permettre à tous ceux qui en ont besoin d'avoir accès à des connaissances et des possibilités de tutorat jusque-là très limitées. En tant qu'interlocuteur « sur mesure » des citoyens, l'IA peut expliquer des mesures gouvernementales techniques en s'adaptant à des styles cognitifs particuliers (à l'aide d'images, par exemple) et, au besoin, convertir des contributions orales en contributions écrites.

Malgré ses limites et ses risques, l'IA peut permettre l'avènement d'une version améliorée et plus inclusive de la démocratie qui, le moment venu, conférerait aux gouvernants la légitimité et les connaissances requises pour superviser le développement de l'IA. La réglementation de l'IA sera sans doute mieux respectée et plus efficace dans des démocraties qui maîtriseront l'IA.

Mais il est possible aussi que la démocratie elle-même soit une des victimes de la révolution de l'IA. Il est urgent d'investir dans des outils intelligents qui augmentent le potentiel participatif et délibératif de nos gouvernements. **F&D**

**HÉLÈNE LANDEMORE** est professeure de science politique à l'Université Yale. Elle est également chercheuse à l'Institute for Ethics in AI de l'Université d'Oxford et conseillère du programme « Democratic inputs to AI » d'OpenAI.

# Libérer le potentiel de l'Inde grâce à l'IA



**Nandan Nilekani et Tanuj Bhojwani**

*L'Inde est à l'aube de transformations qui pourraient changer l'avenir de son économie et de sa société*



**D**'ici 10 ans, l'Inde sera le pays du monde où le plus d'habitants utiliseront l'intelligence artificielle (IA) quotidiennement. De surcroît, les pays avancés seront surpris par l'usage que les Indiens en feront. L'Inde connaîtra sous peu une révolution technologique qui pourrait infléchir la trajectoire de son avenir socioéconomique et cette révolution sera riche d'enseignements pour le reste du monde.

Notre prédiction repose sur trois faits : l'Inde a besoin d'une telle révolution, elle y est prête et elle la fera.

## L'Inde en a besoin

Sorte de mise en garde contre une dépendance excessive des entreprises internationales à l'égard de la Chine pour leurs achats de produits manufacturés et de logiciels, le concept « Chine + 1 » gagne du terrain. L'Inde, avec ses investissements croissants dans l'infrastructure, ses politiques propices et sa population active jeune, sera le bénéficiaire le plus probable de cette évolution des choses. Elle est peut-être le seul pays prêt à jouer dans la même cour que la Chine.

L'Inde, qui compte 1,4 milliard d'habitants, est plus un continent qu'un pays. Sa

population est près de deux fois celle de l'Europe. En revanche, l'âge moyen y est de 28 ans, contre 44 en Europe, de sorte que la part de la population d'âge actif y est supérieure. C'est le point de départ : l'Inde est un très grand pays de gens très jeunes.

Ce dividende démographique, les tendances mondiales favorables et le déblocage d'un potentiel inexploité durant des décennies commencent à porter leurs fruits. Alors que les projections macroéconomiques pour la majorité des pays semblent modestes, voire sombres, l'Inde reste l'élément positif du tableau. Les jeunes Indiens sont ambitieux et motivés, prêts à se saisir de toutes les occasions pour améliorer leur sort.

Par ses défis et ses besoins uniques, l'Inde se distingue vraiment de l'Occident : du fait de sa population diverse et de la complexité de ses problématiques socioéconomiques, l'enjeu de l'IA en Inde ne se limite pas à l'essor d'une technologie de pointe. Il s'agit pour ce pays de traiter des problèmes urgents liés à la santé, l'éducation, l'agriculture et la durabilité.

Bien que nous soyons juste deux fois plus nombreux que les Européens, notre population est bien plus diversifiée. Les Indiens, comme les Européens, sont

souvent bilingues, voire multilingues. L'Inde reconnaît 19 500 dialectes parlés par au moins 10 000 locuteurs. D'après les données censitaires, deux Indiens pris au hasard n'ont que 36 % de chances de parler la même langue.

Cette barrière de la langue est aggravée par le taux officiel d'alphabétisation, qui avoisine 77%, avec de fortes disparités d'un État à l'autre. Cela signifie qu'à peu près un Indien sur quatre ne sait ni lire ni écrire. Même si les pouvoirs publics s'efforcent d'épauler les plus vulnérables, il est difficile de les sensibiliser aux services proposés et de faire en sorte que le plus grand nombre y ait accès. Pour une personne analphabète, devoir remplir un simple formulaire peut être rédhibitoire. L'examen des ressources conditionnant l'admissibilité à des prestations nécessite de s'en remettre à quelqu'un qui sait lire et écrire et connaît les rouages de l'administration. Et pour bénéficier effectivement des services, les candidats doivent se faire aider par un agent qui ne soit pas mal informé ou pire, corrompu. Ces obstacles pénalisent de manière disproportionnée ceux qui ont le plus besoin des aides de l'État.

Nous sommes en capacité de résoudre de nombreux problèmes pour notre population, mais la difficulté réside toujours dans la *distribution*, pas dans la solution. En Inde, nous considérons que l'IA peut aider à régler ce problème d'accès. L'IA permet aux usagers d'accéder aux services directement par la voix, dans un langage naturel, et donc d'être autonomes. Comme le disait très justement l'auteur canadien William Gibson, « le futur est déjà là, il est juste inégalement réparti ». L'Inde en est l'illustration la plus flagrante.

Le reste du monde regarde l'IA avec curiosité, attendant de voir ses applications dans la vie réelle. En Inde, nous en voyons le potentiel immédiat. Bien que ce soit peut-être aussi le cas dans

bon nombre de pays en développement, l'autre facteur important est que ...

### ... L'Inde est prête

La population indienne n'est pas seulement jeune, elle est *connectée*. Selon l'autorité de réglementation du secteur des télécommunications, l'Inde compte plus de 790 millions d'abonnés à l'Internet mobile. La pénétration d'Internet ne cesse d'augmenter et, grâce à des plans de données financièrement abordables, de plus en plus d'individus sont en ligne et constituent une base d'utilisateurs gigantesque pour les applications et services d'IA.

Mais il est un domaine dans lequel l'Inde devance tous les autres pays : celui des infrastructures numériques publiques. Aujourd'hui, la quasi-totalité des Indiens possèdent une identité numérique dans le cadre d'Aadhaar. Ce système attribue un numéro d'identification unique à 12 chiffres permettant aux utilisateurs de s'authentifier numériquement, c'est-à-dire de prouver qu'ils sont bien la personne qu'ils prétendent être.

L'Inde s'est en outre dotée d'un système de paiement interopérable à faible coût et en temps réel, grâce auquel n'importe quel client de n'importe quelle banque peut payer un tiers (personne physique ou commerçant) en utilisant n'importe quelle banque, instantanément et sans frais. Cette interface de paiement unifiée gère chaque mois plus de 10 milliards de transactions ; plus vaste système de paiement en temps réel au monde, l'interface unifiée indienne couvre environ 60% de toutes les transactions en temps réel à l'échelle mondiale.

Forte du succès de ces modèles, l'Inde accueille l'innovation dans les réseaux ouverts du type infrastructures numériques publiques. Prenons l'exemple de Namma Yatri, un système de réservation de courses à la demande mis en place avec le syndicat des conducteurs de pousse-pousse de Bangalore et lancé en novembre 2022. Ces conducteurs ont leur propre application et s'acquittent d'un montant forfaitaire pour pouvoir l'utiliser, mais il n'y a ni pourcentage de commission ni intermédiaire. Près de 90 000 courses par jour passent par cette application, soit presque autant que les sociétés de réservation de courses de la ville.

Dans les pays occidentaux, une refonte des systèmes existants s'impose ; l'Inde, *tabula rasa*, peut en revanche partir de zéro et se doter de systèmes fondés sur l'IA dès le départ. L'adoption rapide d'infrastructures numériques publiques est le socle sur lequel reposent ces technologies. De telles infrastructures produisent des quantités de données phénoménales et, grâce au réseau indien d'agrégateurs de comptes, les citoyens conservent la main sur leurs données, ce qui les incite encore davantage à avoir confiance dans ces infrastructures et à les utiliser. Sur ces bases solides, l'Inde devrait faire la course en tête pour l'adoption de l'IA.

### L'Inde la fera

Au mois de septembre 2023, en collaboration avec la fondation EkStep, le gouvernement indien a lancé l'agent conversationnel PM-Kisan, qui accompagne un programme de transferts directs du même nom, en faveur des agriculteurs. Ce programme qui a débuté en 2019 verse des aides aux agriculteurs propriétaires de leurs terres. L'accès au programme, la collecte des informations pertinentes et le règlement des contentieux ont toujours été un problème pour les agriculteurs. Le nouvel agent conversationnel leur permet, juste en parlant, de savoir s'ils peuvent prétendre au programme et de suivre l'avancement de leur dossier et les paiements. Le jour de son lancement, l'agent a été utilisé par plus de 500 000 personnes et de nouvelles fonctions sont proposées très progressivement pour que le déploiement s'opère de façon prudente et en gérant les risques.

Ces étapes s'inscrivent dans une tendance encourageante d'adoption rapide de la nouvelle technologie par le gouvernement indien. Mais la tendance ne s'arrête pas aux dirigeants : l'écosystème technologique bouillonnant de l'Inde a décollé lui aussi, conséquence directe de l'essor très notable des exportations informatiques indiennes, dont la valeur avoisine actuellement 250 milliards de dollars par an. Après ceux des États-Unis, les développeurs les plus nombreux sur GitHub (service infonuagique pour la conception de logiciels) sont indiens. Non seulement ce secteur innove, mais il adopte les infrastructures numériques publiques à grande échelle, produisant un

effet cyclique : les start-ups nourrissent la culture technologique en pleine expansion puis exploitent les données pour construire des outils d'IA plus précis et plus intéressants. De surcroît, l'écosystème dynamique des start-ups indiennes s'emploie activement à trouver des solutions d'IA pour relever divers défis.

L'IA peut aussi changer la donne dans l'éducation, en aidant à combler le déficit d'alphabetisation. Les technologies de l'IA offrent aux étudiants des possibilités sans équivalent pour apprendre dans leur langue maternelle, mais aussi apprendre l'anglais. Les applications d'IA sont utiles aux élèves et aux enseignants, souvent dépassés par des tâches administratives qu'ils remplissent aux dépens de leur travail pédagogique. Comme l'IA décharge les administrations et les start-ups des tâches courantes, le rôle respectif des enseignants et des étudiants évolue et ils forment des partenariats dynamiques axés sur des apprentissages en profondeur et d'authentiques interactions humaines.

Ce dont l'Inde a besoin, c'est d'un plan stratégique pour ne pas manquer les possibilités les plus intéressantes de mettre à profit l'IA. Il s'agit moins de se focaliser sur la technologie elle-même que de réfléchir aux problèmes des citoyens que les technologies existantes n'ont pas su résoudre. Et des organisations comme EkStep sont entrées en lice avec une mission baptisée People+AI : au lieu de mettre l'accent sur l'IA, son but est de se concentrer sur les problèmes rencontrés par la population. Ce qui a débouché sur de nouveaux usages surprenants, tout à fait propres à l'Inde.

Son statut de puissance technologique émergente ainsi que ses caractéristiques socioéconomiques uniques la placent en bonne position pour devenir d'ici 10 ans le premier utilisateur au monde de l'IA. De la simplification du système éducatif à la facilitation des programmes de protection sociale, l'IA peut pénétrer en profondeur dans la société indienne et y amener des changements notables dans de nombreux secteurs. **F&D**

**NANDAN NILEKANI** est le président cofondateur d'Infosys et le président fondateur d'UIDAI (Aadhaar). **TANUJ BHOJWANI** est à la tête de People+AI.

# FMI LECTURE DU WEEK-END

Retrouvez directement dans votre boîte de réception une analyse pointue des tendances économiques et financières et des enjeux de développement et de politique publique qui façonnent le monde actuel.

**ABONNEZ-VOUS DÈS AUJOURD'HUI !**



# DISPOSITIF MONDIAL DE SÉCURITÉ FINANCIÈRE

*Dans un monde plus exposé aux chocs, il est capital de renforcer le dispositif de sécurité financière*

**EN PÉRIODE** de crise économique, les pays peuvent recourir à différentes ressources financières internes et externes. Le dispositif mondial de sécurité financière est un ensemble d'institutions et de mécanismes qui assurent les pays contre les crises en atténuant leurs répercussions.

Il se compose de quatre strates : les réserves internationales des pays ; les accords bilatéraux d'échanges de devises (swap), qui permettent aux banques centrales de fournir des liquidités aux marchés financiers ; les dispositifs de financement régionaux par lesquels les pays regroupent leurs ressources pour faciliter les financements en temps de crise ; enfin, le FMI.

Les réserves internationales sont la première ligne de défense, mais du fait de leur coût élevé, elles sont inégalement réparties puisqu'elles sont essentiellement détenues par les pays avancés et les grands pays émergents.

La mise en commun des ressources est un moyen de protection plus efficace contre les crises, que ce soit par le FMI, les accords de swap ou les dispositifs de financement régionaux. Ces deux derniers sont beaucoup plus utilisés depuis deux décennies, mais seul un groupe restreint de pays peut y accéder.

Voilà pourquoi le FMI est aussi important dans ce système. Lors d'une crise mondiale, il est le prêteur en dernier ressort et l'assureur des non-assurés. Pourtant, en part du total des passifs extérieurs mondiaux, la capacité de prêt du FMI diminue progressivement alors que la part de ses ressources empruntées augmente.

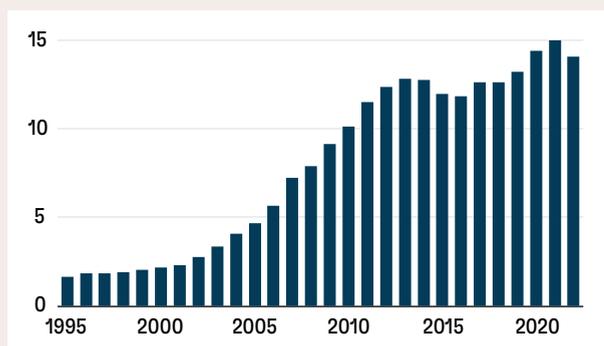
Pour que le FMI conserve son rôle critique au cœur du dispositif mondial de sécurité financière, ses ressources permanentes en quotes-parts doivent être étoffées. Cela renforcera sa capacité de protection lors de crises futures et aidera en particulier les pays membres aux amortisseurs financiers plus ténus, qui en ont le plus besoin. **F&D**

**ANDREW STANLEY** fait partie de l'équipe de rédaction de Finances & Développement.

## Première ligne de défense

Les pays préparent leur riposte aux chocs en constituant des réserves de change, mais ces réserves sont très coûteuses.

(réserves internationales, en milliers de milliards de dollars)



SOURCE : FMI.

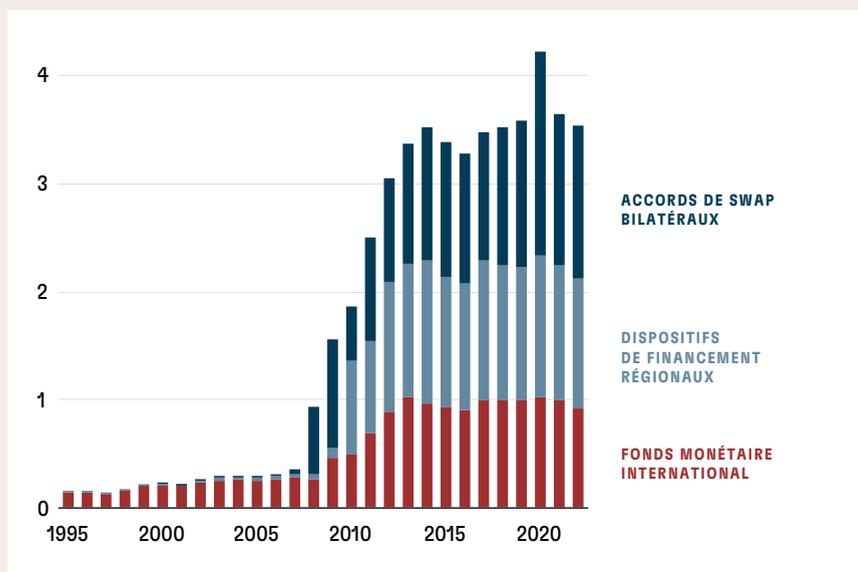
97 %

des réserves internationales sont détenues par environ la moitié des pays du monde ; un groupe d'environ 90 pays émergents vulnérables et pays à faible revenu se partage les 3 % restants.

## Mécanismes d'assurance internationaux

Il est plus efficace de regrouper les réserves entre pays et de les ponctionner en cas de besoin ; c'est là que les autres composantes du dispositif mondial de sécurité financière entrent en jeu.

(en milliers de milliards de dollars)



SOURCES : rapports annuels des dispositifs de financement régionaux ; sites Internet des banques centrales ; estimations des services du FMI.

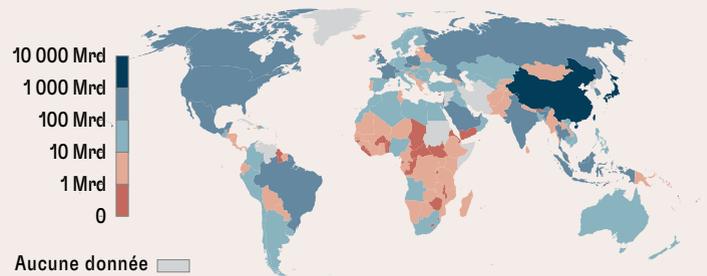
NOTE : Le dispositif de sécurité étant composé de plusieurs devises, sa valeur en dollars fluctue avec les taux de change.

# Un bouclier moins épais

Les réserves internationales ont augmenté rapidement, mais ce renforcement de l'auto-assurance est très inégalement réparti. Les pays pauvres restent sous-assurés et donc exposés aux chocs. Parallèlement, le FMI, rouage central du dispositif de sécurité financière, a vu sa part diminuer par rapport au total des passifs extérieurs mondiaux et il dépend beaucoup plus de ressources empruntées temporairement auprès de quelques pays membres. Les ressources traditionnelles du FMI sous forme de quotes-parts, ses fonds propres permanents apportés par tous ses pays membres, ont diminué en termes relatifs.

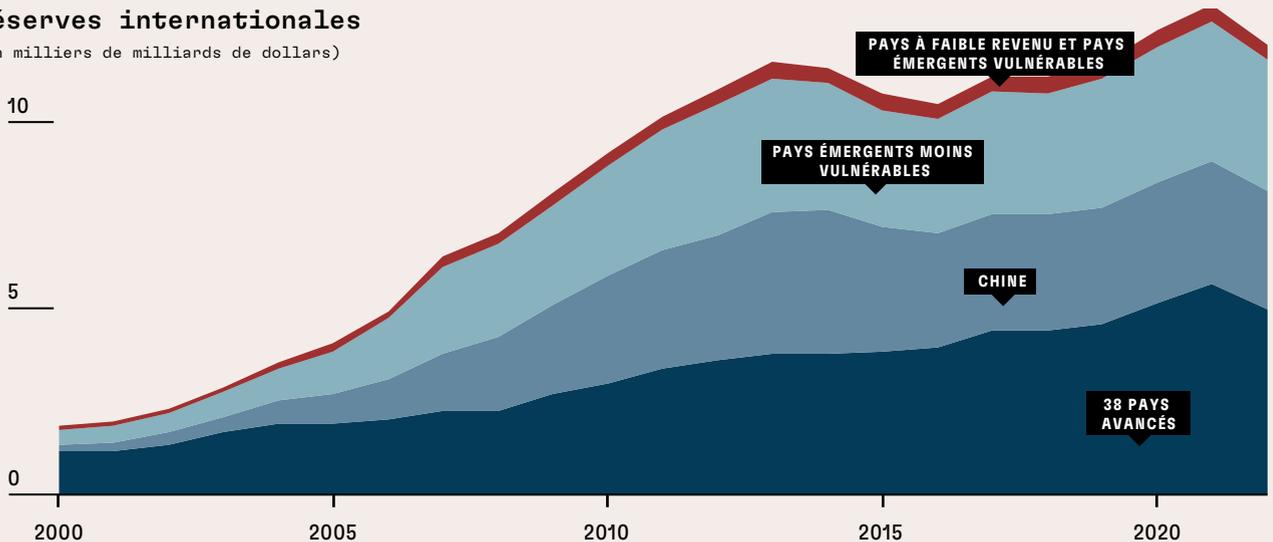
## Distribution des réserves internationales

(en dollars, dernières données disponibles)

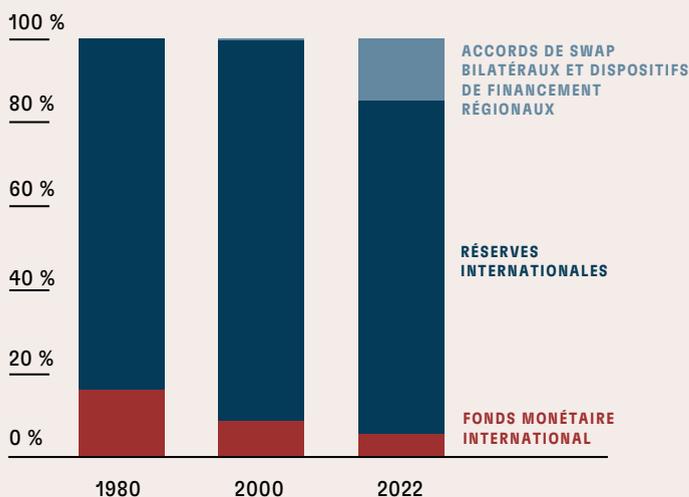


## Réserves internationales

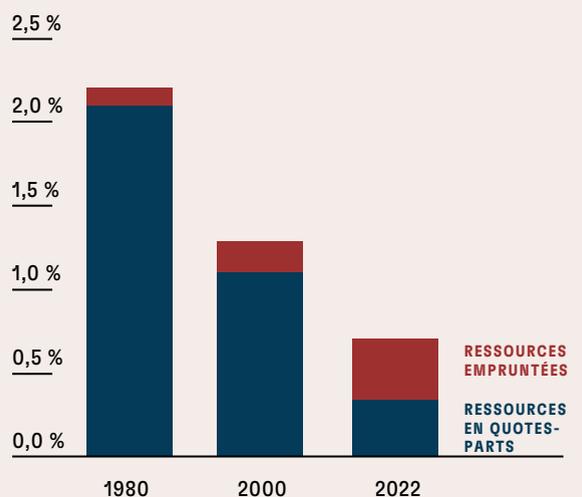
(en milliers de milliards de dollars)



## Composition du dispositif mondial de sécurité financière, en part du total



## Ressources du FMI en proportion des passifs extérieurs mondiaux



SOURCES : rapports annuels des dispositifs de financement régionaux ; sites Internet des banques centrales ; estimations des services du FMI.

NOTE : Le graphique et la carte des réserves ci-dessus ne tiennent pas compte de l'or. Les données ne sont pas disponibles pour tous les pays. Les frontières, couleurs, dénominations et autres informations figurant sur les cartes n'impliquent aucun avis de la part du FMI sur le statut juridique des territoires, ni aucun aval de ces frontières.

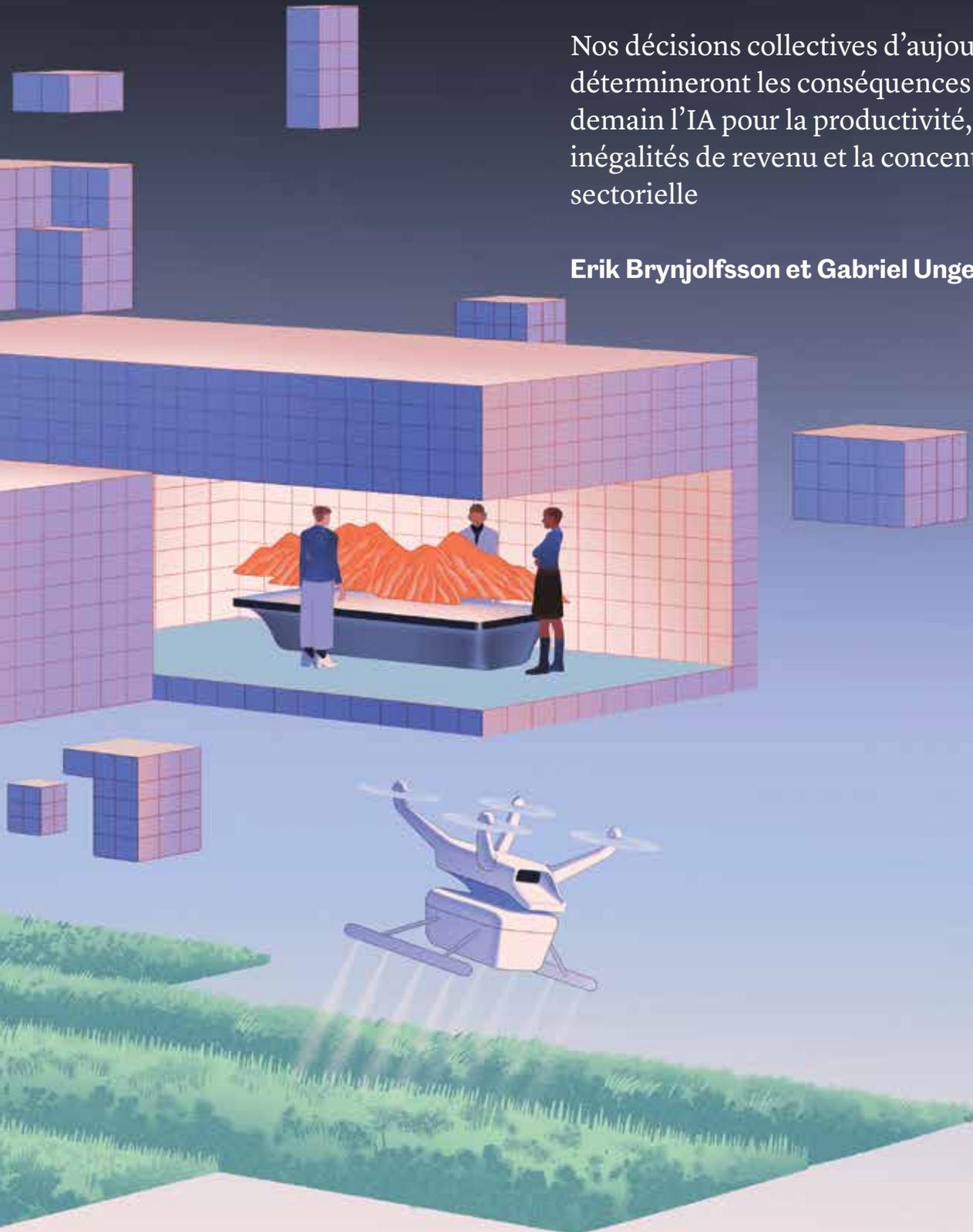
# LES ENJEUX MACROÉCONOMIQUES



# 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'émousser 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. »

# RÉÉQUILIBRER L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Daron Acemoglu et Simon Johnson

La course à l'automatisation est périlleuse : pour favoriser une prospérité partagée, l'intelligence artificielle doit compléter les travailleurs, et non les remplacer

**L**es prévisions optimistes concernant les effets de l'intelligence artificielle (IA) sur la croissance abondent. Selon Goldman Sachs, l'adoption de l'IA pourrait stimuler la productivité de 1,5 point de pourcentage par an sur 10 ans et augmenter le PIB mondial de 7% (7 000 milliards de dollars de production supplémentaire). Des spécialistes du secteur proposent des estimations encore plus enthousiastes, dont une probabilité supposée de 10% pour un scénario de « croissance explosive », incluant une augmentation de la production mondiale de plus de 30% par an.

Tout ce techno-optimisme s'appuie sur un concept, l'effet d'entraînement de la productivité (« *productivity bandwagon* ») — la conviction profonde selon laquelle l'évolution technologique (y compris l'automatisation) entraîne une hausse de la productivité, ce qui fait augmenter les salaires nets et génère une prospérité partagée.

Un tel optimisme contredit l'expérience et semble particulièrement inapproprié au regard de la voie actuelle qui consiste à « laisser l'IA se faire » et qui se concentre principalement sur l'automatisation (remplacer les gens). Il ne faut pas perdre de vue qu'il n'existe pas de voie de développement unique et incontournable pour les nouvelles technologies. Et, en supposant que l'objectif soit d'améliorer durablement les résultats

Culture de tomates sous serre « intelligente », en janvier 2022, à Yantai (province du Shandong, Chine).





SUN WENTAN/COSTFOTO/FUTURE PUBLISHING VIA GETTY IMAGES

économiques pour davantage de monde, quelles politiques mettraient le développement de l'IA sur la bonne voie, en se concentrant surtout sur l'amélioration de ce que *tous* les travailleurs peuvent faire ?

### La question des machines

Contrairement à la croyance populaire, la croissance de la productivité ne se traduit pas nécessairement par une augmentation de la demande de main-d'œuvre. La définition générale de la productivité du travail est la « production moyenne par travailleur », c'est-à-dire la production totale divisée par l'emploi total. L'espoir est que plus la production par travailleur augmentera, plus les entreprises seront disposées à embaucher.

Or, ce n'est pas la production moyenne par travailleur qui importe dans la décision d'augmenter les embauches, mais plutôt la *productivité marginale du travail*, c'est-à-dire la contribution supplémentaire que chaque travailleur ajouté apporte à la production ou à l'activité de l'entreprise. La notion de productivité marginale est distincte de la production par travailleur ou du chiffre d'affaires par travailleur ; au demeurant, la production par travailleur peut augmenter alors que la productivité marginale reste constante, voire diminue.

De nombreuses technologies nouvelles, telles que la robotique industrielle, élargissent l'ensemble des tâches exécutées par les machines et les algorithmes, supplantant ainsi les travailleurs. L'automatisation augmente la productivité moyenne, mais n'augmente pas, et peut même réduire, la productivité marginale du travail. Au cours des quatre dernières décennies, l'automatisation a augmenté la productivité et multiplié les bénéfices des entreprises, mais elle n'a pas conduit à une prospérité partagée dans les pays industrialisés.

Remplacer les travailleurs par des machines n'est pas le seul moyen d'améliorer l'efficacité économique — et l'histoire l'a prouvé, comme nous le rappelons dans notre récent ouvrage *Power and Progress*. Plutôt que d'automatiser le travail, certaines innovations augmentent la contribution des individus à la production. Par exemple, les nouveaux outils logiciels qui facilitent le travail des mécaniciens et permettent une plus grande précision peuvent augmenter la productivité marginale du travail ; cela n'a rien à voir avec l'installation de robots industriels dans le but de remplacer les gens.

### Fonctions nouvelles

La création de nouvelles tâches est encore plus importante pour augmenter la productivité marginale du travail. Lorsque des machines ouvrent la voie à de nouvelles utilisations du travail humain, la contribution des travailleurs à la production s'en trouve élargie,

et leur productivité marginale, accrue. Il y a eu beaucoup d'automatisation dans la production automobile lors de la formidable réorganisation de l'industrie par Henry Ford à partir de 1910. En même temps, les méthodes de production de masse et les chaînes de montage ont fait naître toute une série de nouvelles tâches de conception, d'ingénierie, d'exploitation et d'administration pour lesquelles il a fallu trouver de la main-d'œuvre.

Les nouvelles tâches ont joué un rôle essentiel dans la croissance de l'emploi et des salaires au cours des deux derniers siècles. Parmi les professions qui ont connu la plus forte croissance ces dernières décennies — radiologues IRM, ingénieurs réseau, techniciens en fabrication assistée par ordinateur, programmeurs informatiques, techniciens en sécurité informatique, analystes de données — bon nombre n'existaient pas il y a 80 ans. Même dans les métiers plus anciens — caissiers de banque, enseignants, comptables, par exemple —, les employés effectuent aujourd'hui de nombreuses tâches relativement nouvelles en recourant à la technologie. Dans presque tous ces cas, les nouvelles tâches ont été créées grâce aux progrès technologiques et ont été un moteur important de la croissance de l'emploi. Ces nouvelles tâches font également partie intégrante de la croissance de la productivité : elles contribuent au lancement de nouveaux produits et donnent lieu à des processus de production plus efficaces.

### Automatisation productive

L'automatisation dans un secteur d'activité peut également entraîner une hausse de l'emploi — dans ce secteur ou dans l'économie en général — si elle augmente considérablement la productivité. Dans ce cas, les nouveaux emplois peuvent provenir soit de tâches non automatisées dans le même secteur, soit du développement d'activités dans des secteurs connexes. Dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, l'augmentation rapide de la production d'automobiles a stimulé le développement des industries pétrolière, sidérurgique et chimique. La production de masse de véhicules a également révolutionné les déplacements individuels, alimentant l'essor de nouvelles activités de commerce, de loisirs et de services.

L'effet d'entraînement de la productivité ne se produit toutefois pas lorsque les gains de productivité dus à l'automatisation sont faibles — ce que nous appelons « l'automatisation sans plus » (« *so-so automation* »). Par exemple, la caisse automatique du supermarché n'apporte qu'un avantage de productivité limité, car elle ne fait que déplacer le travail d'enregistrement des articles de l'employé au client. Lorsque les magasins installent des caisses automatiques, ils emploient moins de caissiers, mais il n'y a pas d'augmentation importante de la productivité qui stimulerait la création de nouveaux emplois ailleurs. Faire ses courses ne devient pas beaucoup moins cher, il n'y a pas d'expansion de la production alimentaire et les consommateurs ne vivent pas différemment.

Même des gains de productivité relativement importants dus à l'automatisation peuvent être annulés s'ils ne s'accompagnent pas de nouvelles tâches. Par exemple, dans la région très industrialisée du Midwest, aux États-Unis, l'adoption rapide de robots a donné lieu à des licenciements massifs et contribué au long déclin de l'économie.

La situation est tout aussi préoccupante pour les travailleurs lorsque les nouvelles technologies se concentrent sur la surveillance. Une surveillance accrue des travailleurs peut conduire à de menues améliorations de la productivité, mais sa principale fonction est d'obtenir davantage d'efforts des travailleurs.

Tout cela souligne peut-être l'aspect le plus important de la technologie : le *choix*. Il existe souvent de multiples façons d'utiliser nos connaissances collectives pour améliorer la production, et encore plus d'orienter l'innovation. Allons-nous inventer et mettre en œuvre des outils numériques pour la surveillance et l'automatisation ou pour l'autonomisation des travailleurs par la création de nouvelles tâches productives ?

Lorsque l'effet d'entraînement de la productivité est faible et qu'il n'existe pas de mécanismes d'autocorrection pour garantir le partage des gains, ces choix deviennent plus lourds de conséquences et une poignée de décideurs technologiques gagnent en puissance économique et politique.

### Complémentarité humaine

Les nouvelles technologies peuvent compléter les travailleurs en leur permettant de travailler plus efficacement, d'effectuer un travail de meilleure qualité ou d'accomplir de nouvelles tâches. Par exemple, aux États-Unis, entre 1870 et 1970, la mécanisation a progressivement évincé plus de la moitié de la main-d'œuvre du secteur primaire, mais une série de nouvelles tâches manuelles et administratives ont généré une demande importante de main-d'œuvre qualifiée dans les secteurs secondaire et tertiaire. Le travail concerné était non seulement mieux rémunéré, mais aussi moins dangereux et moins épuisant.

Cette combinaison vertueuse — automatisation du travail traditionnel et création de nouvelles tâches — a fonctionné de manière relativement équilibrée pendant la majeure partie du XX<sup>e</sup> siècle. Mais, aux environs de 1970, l'équilibre s'est rompu. Alors que l'automatisation maintenait son rythme, voire s'accélérait au cours des cinq décennies suivantes, l'action compensatrice de la création de nouvelles tâches s'est ralentie, en particulier pour les travailleurs non diplômés du second cycle universitaire. En conséquence, ces travailleurs se retrouvent de plus en plus dans des activités de service faiblement rémunérées (bien que socialement utiles), telles que le nettoyage, la restauration et les loisirs.

En cette nouvelle ère de l'IA, la question cruciale est de savoir si cette technologie accélérera principalement la tendance actuelle à l'automatisation sans l'action compensatrice de la création de bons emplois — en particulier pour les travailleurs n'ayant pas fait d'études supérieures — ou si elle permettra au contraire la création de nouvelles tâches complémentaires au travail pour une main-d'œuvre aux compétences diverses et aux formations très variées.

Il est inévitable que les systèmes d'IA soient utilisés pour une certaine automatisation. L'un des principaux obstacles à l'automatisation de nombreuses tâches de service et de production est qu'elles requièrent de la capacité d'adaptation, du jugement et du bon sens, exigences qui sont remarquablement absentes des formes d'automatisation antérieures à l'IA. L'IA, en particulier l'IA générative,

peut éventuellement maîtriser ces tâches. On ne sait pas exactement dans quelle mesure ce type d'automatisation contribuera à la croissance de la productivité globale tant que ces technologies n'ont pas atteint leur maturité, mais elles pourraient contribuer à des gains de productivité considérables à mesure que les coûts diminuent et que la fiabilité augmente.

Le paradigme intellectuel dominant dans le secteur des technologies numériques d'aujourd'hui favorise aussi la voie de l'automatisation. L'un des principaux objectifs de la recherche en IA est d'égaliser l'humain dans une vaste gamme de tâches cognitives et, plus généralement, de parvenir à une intelligence générale (artificielle) qui imite et surpasse les capacités humaines. Cette orientation intellectuelle encourage les technologies d'automatisation plutôt que les technologies de complémentarité avec l'humain.

Toutefois, l'IA a le potentiel de compléter les compétences et le savoir-faire des travailleurs si nous orientons sa conception et son développement en ce sens.

La productivité humaine est souvent entravée par le manque de connaissances ou de savoir-faire spécifiques, que pourrait suppléer la prochaine génération de technologies. Par exemple, l'IA offre un grand potentiel pour la formation et la reconversion des travailleurs spécialisés, tels que les éducateurs, le personnel médical et les artisans (comme les électriciens et les plombiers). L'IA pourrait aussi créer de nouvelles demandes de compétences et de jugement humains pour la supervision de ces processus, la communication avec les clients et le perfectionnement des services.

## Cinq axes

Réorienter le changement technologique n'est pas aisé, mais c'est faisable. Cinq axes d'action pourraient aider les pouvoirs publics partout dans le monde — en particulier aux États-Unis et dans les autres pays où l'on s'active à mettre au point la technologie — à orienter le développement de l'IA sur la voie de la complémentarité avec l'humain, plutôt que sur celle de la substitution à l'humain :

- **La réforme des modèles économiques :** Les principaux concepteurs d'IA s'approprient facilement les données des consommateurs sans aucun dédom-

agement, et, étant donné qu'ils dépendent beaucoup de la publicité numérique, tous les moyens leur sont bons pour capter l'attention de ces derniers. Les États doivent clairement définir les droits de propriété des consommateurs sur leurs données et taxer la publicité numérique. Pour que l'IA soit utile à tous, il est essentiel de permettre une plus grande diversité de modèles économiques, voire d'imposer davantage de concurrence.

- **La fiscalité :** Actuellement, dans beaucoup de pays, y compris aux États-Unis, le travail est bien plus lourdement taxé que les actifs incorporels (les algorithmes) destinés à l'automatiser. Pour encourager les choix technologiques visant la complémentarité avec l'humain, les pouvoirs publics devraient promouvoir une structure fiscale plus symétrique, en égalisant les taux marginaux d'imposition du travail (recrutement et formation de personnel) et des immobilisations (matériel et logiciels).
- **La voix des travailleurs :** Puisque l'IA aura de profondes répercussions sur les travailleurs, ceux-ci doivent avoir voix au chapitre dans son processus de développement. Les gouvernements devraient restreindre le déploiement de l'IA non (ou insuffisamment) éprouvée pour des applications qui pourraient mettre les travailleurs en danger, par exemple dans des tâches décisionnelles à fort enjeu pour le personnel (y compris le recrutement et le licenciement) ou dans le contrôle et la surveillance du lieu de travail.
- **Le financement de la recherche axée sur la complémentarité avec l'humain :** La recherche-développement de technologies d'IA complémentaires de l'humain doit être davantage soutenue. Les pouvoirs publics devraient encourager la concurrence et l'investissement dans les technologies qui associent les outils d'IA au savoir-faire humain afin d'améliorer le travail dans les secteurs sociaux essentiels. Une fois réalisés suffisamment de progrès, les autorités pourront encourager d'autres investissements en donnant des conseils sur la pertinence de l'adoption d'une technologie à complémentarité

humaine dans les programmes d'éducation et de santé financés par l'État.

- **La compétence en IA dans l'administration :** L'IA touchera tous les domaines de l'État, de la dépense publique au contrôle en passant par la réglementation. Créer une unité consultative sur l'IA au sein de l'administration peut aider les organismes de réglementation et d'exécution à prendre des décisions plus opportunes et plus efficaces.

## Potentiel d'impact macroéconomique

L'IA pourrait accroître le PIB mondial au cours des cinq prochaines années, mais pas de manière aussi substantielle que le prétendent les optimistes. Elle pourrait même alimenter modestement la croissance du PIB à moyen terme. Toutefois, sur notre trajectoire actuelle, l'impact de premier ordre sera probablement une augmentation des inégalités au sein des pays industrialisés.

Les pays à revenu intermédiaire et de nombreux pays à faible revenu ont également beaucoup à craindre de la voie actuelle. De nouvelles technologies à forte intensité de capital seront bientôt appliquées partout. Rien ne garantit que, dans sa trajectoire actuelle, l'IA créera plus d'emplois qu'elle n'en détruira.

Si nous parvenons à réorienter l'IA sur la trajectoire d'une plus grande complémentarité avec l'humain, tout en l'utilisant pour résoudre des problèmes sociaux urgents, toutes les régions de la planète pourront en bénéficier. Mais, si l'approche de l'automatisation pure et simple prévaut, il sera encore plus difficile de parvenir à une prospérité partagée. **F&D**

**DARON ACEMOGLU** est professeur d'économie au Massachusetts Institute of Technology (MIT). **SIMON JOHNSON** détient la chaire d'entrepreneuriat Ronald A. Kurtz à la Sloan School of Management du MIT ; anciennement économiste en chef du FMI.

Cet article est adapté de l'ouvrage *Power and Progress: Our 1000 Year Struggle over Technology and Prosperity* des auteurs et s'appuie sur une collaboration avec David Autor.

# SCÉNARIOS POUR UN AVENIR SOUS LE SIGNE DE L'IA(G)

Anton Korinek

L'IA pourrait être en passe de dépasser  
l'intelligence humaine. Soyons prêts



ARUN SANKAR/AFP VIA GETTY IMAGES

L'intelligence artificielle (IA) progresse à grands pas, à un rythme qui s'est accéléré ces dernières années. ChatGPT, lancé en novembre 2022, peut, à la surprise des utilisateurs, générer des textes et des codes de qualité humaine, traduire sans faille des documents rédigés en diverses langues, rédiger des contenus créatifs et apporter des réponses éclairantes à des questions, le tout à un niveau inédit.

Or, en arrière-plan, les modèles qui ont jeté les bases de l'IA générative connaissent une évolution rapide depuis plus d'une décennie. Les ressources de calcul utilisées pour former les systèmes d'IA les plus avancés ont doublé tous les six mois au cours des dix dernières années. Ce qui est actuellement à la portée des modèles d'IA générative de pointe était impensable il y a seulement quelques années : ils permettent aux meilleurs consultants du monde, aux programmeurs et même aux économistes de réaliser des gains de productivité importants (Korinek, 2023).

### Conjecture sur l'accélération de l'IA

À la lumière des récentes avancées dans le domaine de l'IA, d'éminents chercheurs prévoient que le rythme des progrès pourrait se maintenir, voire s'accélérer, dans les années à venir. En mai 2023, Geoffrey Hinton, un informaticien qui a jeté les bases théoriques de l'apprentissage profond, a expliqué que ses vues avaient beaucoup changé : « J'ai soudainement changé d'avis sur la question de savoir si ces machines seront plus intelligentes que nous. » Il a émis l'hypothèse que l'intelligence artificielle générale (IAG), qui renvoie à la capacité de comprendre, d'apprendre et d'exécuter toutes les tâches intellectuelles à la portée de l'être humain, pourrait être réalité d'ici cinq à vingt ans.

Certains chercheurs en IA sont sceptiques. Cette divergence de vues reflète l'épais brouillard dans lequel on se trouve quant au rythme des progrès à venir, à savoir s'il s'accélère ou s'il finira par se stabiliser. En outre, une grande incertitude règne en ce qui concerne l'incidence économique générale des progrès de l'IA ainsi que le ratio avantages/préjudices de ses applications de plus en plus sophistiquées.

L'incertitude est également liée à des questions fondamentales sur la nature de l'intelligence et les capacités du cerveau humain. Le graphique 1 présente deux perspectives antagoniques de la distribution de la complexité des tâches que le cerveau humain peut accomplir.

La plage 1 illustre la première perspective, selon laquelle la capacité du cerveau humain à accomplir

des tâches de plus en plus complexes est illimitée. Cela reflète l'évolution économique depuis la révolution industrielle : à mesure que l'automatisation a progressé, l'être humain a automatisé des tâches simples (à la fois mécaniques et cognitives), et des travailleurs ont été réaffectés à l'exécution d'un plus grand nombre de tâches plus complexes, c'est-à-dire qu'ils se sont déplacés dans la queue droite de la distribution de la complexité des tâches illustrée dans le graphique. Une extrapolation simple donne à penser que ce processus se poursuivra à mesure que l'IA et l'automatisation des tâches cognitives progressent.

Suivant la seconde perspective (plage 2 du graphique 1), il existe une limite supérieure à la complexité des tâches que le cerveau humain peut accomplir. Selon la théorie de l'information, le cerveau humain est un centre de calcul qui traite continuellement une masse de données. Les entrées sont les perceptions sensorielles (visuelles, sonores et tactiles, entre autres), et les sorties sont les actions physiques, les pensées et les réactions émotionnelles. Même les expressions complexes qui caractérisent l'être humain, telles que les émotions, la créativité et l'intuition, peuvent être considérées comme des sorties de calcul ou le produit des interactions complexes des circuits neuronaux et des réactions biochimiques. Bien que ces processus soient très élaborés et que leur complexité ne soit pas parfaitement comprise, cette perspective semble indiquer qu'il existe une limite supérieure définitive à la complexité des tâches que le cerveau humain peut accomplir.

Ces deux perspectives ont des implications radicalement différentes eu égard aux possibilités d'automatisation. En 2023, le cerveau humain est le dispositif de calcul le plus avancé sous l'angle de la capacité à effectuer avec rigueur un large éventail de tâches intellectuelles. Toutefois, si la seconde perspective s'avère exacte, les systèmes d'IA modernes auront tôt fait de combler leur retard. En fait, sur la base de nombreuses mesures de la complexité computationnelle, les modèles fondationnels de pointe talonnent déjà le cerveau humain. La complexité computationnelle du cerveau humain est limitée par la biologie, et la capacité du cerveau à transmettre des informations à d'autres entités intelligentes (humaines ou artificielles), par la lenteur de la transmission des informations par les sens et le langage. Les systèmes d'IA continuent de progresser rapidement et peuvent communiquer des informations beaucoup plus rapidement.

Les robots sont à l'honneur dans ce restaurant à thème de Chennai, en Inde ; ils y font aussi le service.

## Se préparer à plusieurs scénarios

Les économistes soutiennent depuis longtemps que la meilleure façon de faire face à l'incertitude est d'élaborer un éventail de scénarios. Étant donné que les avis des experts de renommée mondiale sur les progrès futurs de l'IA diffèrent radicalement, il serait imprudent de mettre tous ses œufs dans le même panier et d'établir des plans économiques à partir d'un seul scénario. Au contraire, l'incertitude face à l'avenir devrait nous inciter à parer à toute éventualité et à analyser avec minutie divers scénarios susceptibles de se concrétiser, allant du statu quo à l'IAG. Non seulement la planification fondée sur des scénarios reflète l'incertitude actuelle, mais elle nous permet également d'énoncer concrètement les possibilités et les risques et nous aide à élaborer des plans d'urgence et à nous préparer à de multiples résultats possibles.

Voici trois scénarios technologiques couvrant un large éventail de résultats possibles auxquels les responsables de la politique économique devraient prêter attention.

**Scénario I (statu quo — la technologie évolue comme par le passé) :** Les progrès de l'IA stimulent la productivité et permettent d'automatiser diverses tâches cognitives, mais donnent aussi aux travailleurs touchés la possibilité d'occuper de nouveaux emplois en étant généralement plus productifs. Ce point de vue est représenté à la page 1 du graphique 1.

**Scénario II (scénario de référence — l'IAG deviendra réalité dans vingt ans) :** Au cours des vingt prochaines années, l'IA évoluera progressivement jusqu'au stade de l'IAG (capacité d'accomplir toutes les tâches humaines), dévalorisant ainsi les travailleurs (Susskind, à paraître). Cela correspondrait à la perspective d'une intelligence limitée, représentée par la plage 2 du graphique 1, ainsi qu'à l'hypothèse selon laquelle il faudra vingt ans pour que les tâches cognitives les plus complexes soient à la portée de l'IA.

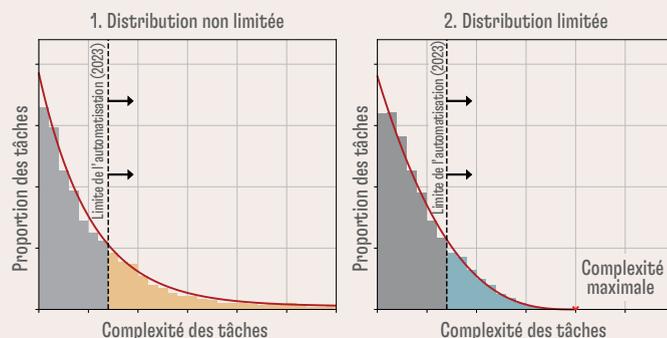
**Scénario III (scénario radical — l'IAG deviendra réalité dans cinq ans) :** Ce scénario reproduit le scénario II, mais avec un délai plus court, de sorte que l'IAG et tous ses effets sur la main-d'œuvre se concrétiseraient d'ici à cinq ans.

Bien que je sois en proie à une grande incertitude, j'estime qu'au moment où j'écris ces lignes, chacun de ces scénarios a une probabilité supérieure à 10% de se concrétiser. À mon avis, pour tenir compte de l'incertitude et bien préparer l'avenir, les décideurs devraient prendre au sérieux chacun de ces scénarios, soumettre les cadres des politiques économique et financière à un test de résistance pour chaque scénario et les réformer pour s'assurer qu'ils sont adéquats, le cas échéant.

GRAPHIQUE 1

## L'IA repousse les limites

De nombreuses tâches que seuls les humains pouvaient auparavant accomplir ont déjà été automatisées (barres en gris). Au fur et à mesure que l'IA progresse, l'être humain continuera à exécuter des tâches plus complexes indéfiniment (barres en jaune), ou l'IA finira par dépasser toutes les capacités humaines (barres en bleu).



SOURCE : Anton Korinek.

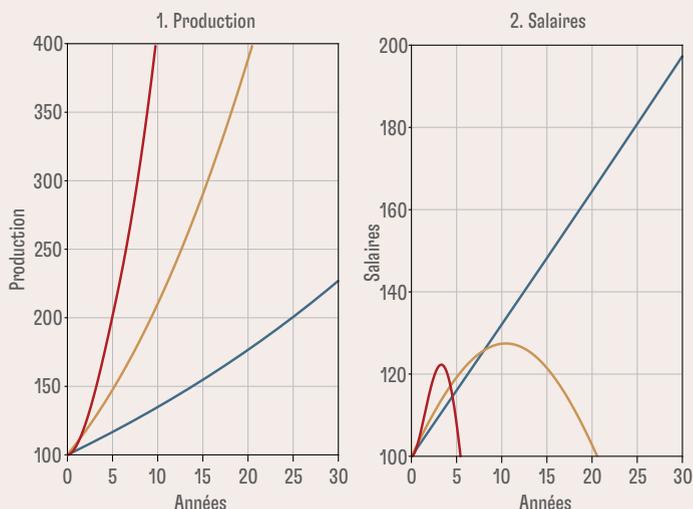
GRAPHIQUE 2

## Scénarios pour la production et les salaires

L'essor de l'IAG propulse la croissance et entraîne une forte baisse des salaires concurrentiels.

(année initiale = 100)

— Scénario prudent — Scénario de référence — Scénario radical



SOURCE : Anton Korinek.

NOTE : IAG = intelligence artificielle générale

Les trois scénarios peuvent avoir une incidence très différente sur un large éventail d'indicateurs, notamment la croissance économique, les salaires et le rendement du capital, la viabilité budgétaire, les inégalités et la stabilité politique. En outre, ils font ressortir la nécessité de réformer les filets de sécurité sociale et la fiscalité et se répercutent sur la conduite de la politique monétaire, la réglementation financière et les stratégies industrielles et de développement.

Korinek et Suh (2023) ont analysé les implications des scénarios pour la production et les salaires dans un modèle macroéconomique d'automatisation courant. Les résultats pour les trois scénarios sont illustrés dans le graphique 2 ; la trajectoire de la production pour chaque scénario est représentée dans la page 1, et la trajectoire des salaires concurrentiels, dans la page 2.

Trois principaux éléments ressortent de leur analyse :

Premièrement, alors que la croissance suit la trajectoire observée depuis des décennies dans le scénario prudent (statu quo), la production augmente beaucoup plus rapidement dans les deux scénarios de concrétisation de l'IAG, car elle n'est plus limitée par la pénurie de main-d'œuvre.

Deuxièmement, dans les trois scénarios, l'augmentation des salaires est subordonnée à la rareté de la main-d'œuvre. Les salaires s'effondrent lorsque l'économie est sur le point d'atteindre le stade de l'IAG.

Troisièmement, dans les deux scénarios de concrétisation de l'IAG, la croissance de la production et l'effondrement des salaires ont la même cause : le remplacement d'une main-d'œuvre rare par des machines comparativement plus abondantes. Cela donne à penser qu'il conviendrait de créer des institutions qui compensent les pertes de revenus des travailleurs et veillent à ce que les bienfaits de l'IAG conduisent à une prospérité partagée.

Le graphique 2 donne un aperçu de l'incidence de changements technologiques sans précédent sur la macroéconomie, mais il est préférable de le considérer comme une illustration des possibilités plutôt que comme une prévision précise.

De nombreuses réserves s'imposent. Tout d'abord, le modèle qui sous-tend le graphique s'inscrit dans une économie efficiente dans laquelle la rémunération du travail est compétitive. Divers facteurs peuvent ralentir le déploiement de l'IAG par rapport à ce qui est technologiquement possible, qu'il s'agisse de frictions organisationnelles, de réglementations, de restrictions à l'accumulation de capital (telles que les goulets d'étranglement dans la chaîne d'approvisionnement en puces) ou de choix de société concernant la mise en œuvre de l'IAG. Même lorsque la technologie peut remplacer les travailleurs, la société peut choisir de laisser les humains continuer à exercer certaines fonctions, comme celles de prêtre, de magistrat et de législateur. Cette nostalgie pourrait soutenir la demande de travailleurs humains à perpétuité (Korinek et Juelfs, à paraître).

Pour déterminer auquel des scénarios d'évolution de l'IA l'avenir qui se profile à l'horizon correspond le plus au fil des événements, les décideurs devraient surveiller les indicateurs avancés dans de multiples domaines, en gardant à l'esprit que tous les efforts visant à prédire le rythme des progrès sont confrontés à une très grande incertitude. Les indicateurs utiles sont les repères technologiques, les niveaux d'investissement dans le développement de l'IA, l'adoption des technologies de l'IA dans l'ensemble de l'économie et les tendances macroéconomiques et du marché du travail qui en découlent. Les repères technologiques constituent la mesure la plus directe de l'efficacité des systèmes d'IA dans l'exécution d'un large éventail de tâches. Les investissements, par exemple dans la recherche-développement, les talents et les puces électroniques, permettent de déterminer la part des ressources consacrée au développement de l'IA. Les indicateurs de l'adoption croissante de l'IA dans tous les secteurs de l'économie refléteront l'utilité dans la pratique des systèmes qui en résultent. Enfin, les répercussions macroéconomiques ressortiront des statistiques de la productivité et des tendances du marché du travail.

Le suivi de ces signaux complémentaires permet aux décideurs d'adapter leurs interventions aux nouvelles réalités

de l'IA. Mais nous devons rester humbles : l'avenir pourrait bien nous étonner.

Les trajectoires économiques radicalement différentes que supposent les trois scénarios décrits plus haut soulignent l'importance d'élaborer des cadres d'action adaptatifs, qui permettent de réagir avec souplesse aux événements. Pour chaque scénario, les décideurs devraient soumettre les institutions existantes à des tests de résistance et les réformer, s'il y a lieu, pour s'assurer de leur résilience. La réforme peut consister en des mesures progressives, telles que la réforme de la fiscalité et l'élargissement des filets de sécurité sociale, ou de nouveaux programmes, tels que l'introduction d'un revenu minimal qui pourra être augmenté, si nécessaire.

Les décideurs devraient charger des équipes de spécialistes de mettre en œuvre des processus de planification itératifs fondés sur des scénarios afin de les aider à actualiser régulièrement leurs points de vue sur l'évolution de la probabilité des différents scénarios. En acceptant l'incertitude grâce à une approche adaptable et fondée sur des scénarios, on peut maximiser les bienfaits de l'évolution de l'IA dans la sphère économique et en atténuer les risques. **F&D**

**ANTON KORINEK** est professeur au département d'économie et à la Darden School of Business de l'Université de Virginie. Il est responsable de l'économie de l'IA au Centre for the Governance of AI, chercheur adjoint au National Bureau of Economic Research et chargé de recherche au Centre for Economic Policy Research.

#### BIBLIOGRAPHIE

Korinek, Anton. 2023. Generative AI for Economic Research: Use Cases and Implications for Economists. *Journal of Economic Literature* 2023, 61(4).

Korinek, Anton, and Megan Juelfs. Forthcoming. "Preparing for the (Non-existent?) Future of Work." *Oxford Handbook of AI Governance*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Korinek, Anton, and Donghyun Suh. 2023. "Scenarios for the Transition to AGI." University of Virginia working paper, Charlottesville, VA.

Susskind, Daniel. Forthcoming. "Technological Unemployment." *Oxford Handbook of AI Governance*. Oxford, UK: Oxford University Press.

# LES EFFETS CONTRASTÉS DE LA TECHNOLOGIE

Andrew Berg, Chris Papageorgiou et Maryam Vaziri

À mesure que l'intelligence artificielle se répandra, certains travailleurs y gagneront au change, alors que d'autres y perdront

**L**es progrès technologiques tels que les robots industriels, l'habitation intelligente et les véhicules autonomes transforment notre mode de vie et nos méthodes de travail. Ces évolutions suscitent l'enthousiasme à bien des égards, car elles font miroiter une augmentation de la productivité et du niveau de vie. Mais elles peuvent aussi être une source d'angoisse : lorsque les machines prendront la relève, comment les nombreux travailleurs supplantés assureront-ils leur subsistance ?

La question n'est évidemment pas nouvelle. La crainte de voir la technologie entraîner des pertes d'emplois, supplanter des travailleurs et porter atteinte aux modes de vie remonte à la révolution industrielle. Elle trouve sans doute sa meilleure illustration dans la lutte des luddites anglais contre les changements qui bouleversaient la vie des travailleurs du textile. Cette crainte est toujours d'actualité, comme en témoigne l'allocution prononcée en 1960, à l'aube de la révolution informatique, par John F. Kennedy, alors sénateur : « Nous sommes au seuil d'une nouvelle révolution industrielle, la révolution de l'automatisation, qui est animée par l'espoir d'une nouvelle prospérité pour les travailleurs et d'une nouvelle abondance pour l'Amérique. Mais c'est aussi une révolution qui porte en elle la sombre menace de la dislocation de l'industrie, de la montée du chômage et de l'aggravation de la pauvreté. »

Avec le recul, Kennedy semble avoir eu tort de redouter des suppressions d'emplois. Dans les années qui ont suivi son discours, l'économie américaine a créé des millions d'emplois nets et le chômage technologique de masse ne s'est pas concrétisé, comme en témoignent le taux de chômage actuel d'environ 3,5 % et le ratio emploi/population, élevé depuis plusieurs décennies.

Cette évolution du marché du travail apaiserait les préoccupations d'un luddite des temps modernes : grâce aux bienfaits de la technologie et au pouvoir du marché, les gens trouveront d'autres emplois et l'accroissement de la productivité rehaussera le niveau de vie (c'est ce qui s'est produit au cours de la révolution industrielle des XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles. En effet, le niveau de vie a énormément augmenté depuis 1900. Des technologies telles que l'électricité, le moteur à combustion interne, le téléphone, ainsi que la médecine moderne ont amélioré la qualité de vie et accru l'espérance de vie.

Cela ne signifie toutefois pas que les inquiétudes de Kennedy n'étaient pas fondées. Quelques années seulement après son discours, les inégalités salariales ont commencé à se creuser fortement (graphique 1) et la part des revenus revenant aux travailleurs a diminué.

Les économistes ont établi des cadres de réflexion sur les répercussions de l'intelligence artificielle (IA), qui simule l'intelligence humaine dans une machine,



Grève à l'entrepôt de Coventry en janvier 2023 (Royaume-Uni)

I AM NOT A  
ROBOT

et, de manière générale, sur l'impact des changements technologiques, de l'automatisation et des robots sur les inégalités. À cet égard, nous nous concentrerons sur quatre vecteurs clés de l'inégalité :

- les changements technologiques qui augmentent la productivité des travailleurs qualifiés par rapport à celle des travailleurs non qualifiés ;
- les diminutions du coût du capital en tant que complément d'une main-d'œuvre essentiellement qualifiée ;
- l'augmentation de la capacité des machines à exécuter intégralement certaines tâches en remplacement des travailleurs ;
- la concentration accrue du pouvoir de marché dans quelques entreprises, rendue possible par la technologie.

S'agissant du premier vecteur, Katz et Murphy (1992) ont expliqué l'évolution des salaires relatifs aux États-Unis par une analogie à l'issue d'une course entre les augmentations de la demande et de l'offre de travailleurs qualifiés. Ils se sont

concentrés sur la productivité globale et les changements technologiques qui augmentent les facteurs de production. L'accroissement de l'offre de travailleurs qualifiés a réduit la prime à la qualification, tandis que l'augmentation persistante de la demande de ces travailleurs a eu l'effet inverse. C'est ce qui explique pourquoi la prime à la qualification a diminué au début des années 70, l'offre de travailleurs qualifiés ayant fait un bond important à la suite de l'augmentation du nombre de diplômés universitaires, et s'est accrue après les années 80.

Concernant le deuxième vecteur, le capital, en particulier les machines et les équipements, est généralement un *complément* aux travailleurs qualifiés et un *substitut* aux travailleurs non qualifiés ; par exemple, les machines-outils nécessitent davantage de programmeurs, mais remplacent d'autres travailleurs dans les usines. Dans le prolongement de cette approche, Berg, Buffie et Zanna (2018) considèrent l'IA et les robots comme un nouveau type de capital qui s'ajoute aux

machines et structures traditionnelles, se substitue à certains groupes de travailleurs et en complète d'autres. Au cours des 30 dernières années, la substituabilité entre les technologies de l'information et de la communication (TIC), un indicateur des nouvelles technologies, y compris les ordinateurs et l'IA embryonnaire, et les travailleurs non qualifiés semble avoir augmenté (voir le graphique 2). En d'autres termes, le capital en TIC est apparemment plus en mesure d'accomplir les tâches des travailleurs non qualifiés.

La substituabilité accrue entre les travailleurs et les machines et l'IA accroît les inégalités salariales et la part du revenu total qui revient aux propriétaires du capital, ce qui soulève la question de la répartition des bienfaits des technologies de l'IA ou, autrement dit, de la propriété de l'IA. À long terme, la société pourrait tirer parti de l'IA grâce à l'augmentation de la productivité globale qui en résulterait, mais les perdants seraient nombreux, surtout parmi les personnes déjà défavorisées. Et au cours d'une transition qui

GRAPHIQUE 1

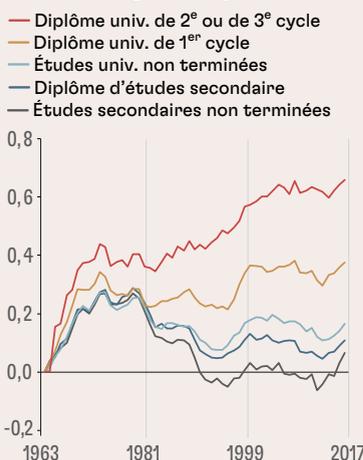
## Un recul

La part des travailleurs dans le revenu total a diminué.

**1. Part de la main-d'œuvre dans la production du secteur des entreprises non agricoles (en pourcentage)**



**2. Variation cumulée de la rémunération hebdomadaire réelle (échelle logarithmique)**

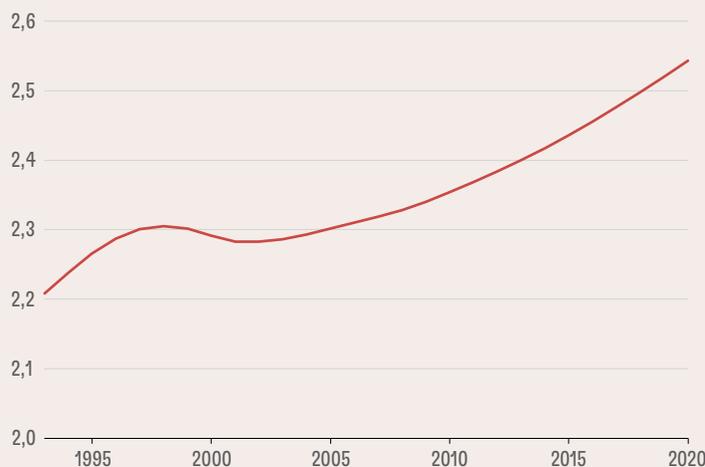


**SOURCES :** Page 1, Bureau des statistiques du travail des États-Unis ; page 2, Autor (2019).  
**NOTE :** La plage 2 représente les revenus des adultes en âge de travailler (18-64 ans). Les valeurs indiquent les différences logarithmiques et sont approximativement égales au pourcentage de variation de la rémunération hebdomadaire réelle moyenne par rapport à l'année de référence (1963). Univ. = universitaire(s).

GRAPHIQUE 2

## Des travailleurs supplantés

La capacité des technologies de l'information et de la communication à remplacer les travailleurs non qualifiés n'a cessé de croître au cours des trois dernières décennies. (élasticité de substitution entre les technologies et les travailleurs non qualifiés)



**SOURCE :** Berg *et al.* (à paraître).  
**NOTE :** Plus l'élasticité de substitution est élevée, plus les technologies peuvent remplacer les travailleurs.

pourrait durer des décennies, nombreux sont ceux qui pourraient voir leur salaire réel diminuer.

Acemoglu et Restrepo (2020) font observer que la technologie remplace de plus en plus les travailleurs exécutant des tâches routinières, même si elle permet à d'autres travailleurs de faire preuve d'une plus grande créativité dans l'exercice de leurs fonctions. La course entre ces nouvelles tâches créatives et l'automatisation des tâches routinières influe sur la demande de différents types de travailleurs et, en définitive, détermine les salaires et la productivité globale. Les deux auteurs ont démontré que, pour différents groupes de travailleurs, l'automatisation explique dans une large mesure l'évolution des salaires relatifs, et que les changements technologiques favorisant les qualifications ainsi que le remplacement des travailleurs lié au commerce extérieur et à l'externalisation n'ont pas été déterminants.

Une quatrième dimension des changements technologiques déborde le marché du travail, étant liée au pouvoir de marché des entreprises. Des sociétés telles qu'Alphabet et Microsoft dominent sans contredit le secteur des technologies de pointe faisant appel à l'IA. Le développement de ces technologies est coûteux et fortement tributaire des mégadonnées auxquelles seules quelques sociétés ont accès. Toutefois, cela signifie aussi qu'en tant que propriétaires de l'IA (capital), ces sociétés obtiendront une plus grande part du gâteau. À mesure qu'elles louent leurs technologies à des entreprises d'autres secteurs, la part de la main-d'œuvre continuera de diminuer, tandis que les revenus tirés des technologies de l'IA augmenteront.

Mais les effets du pouvoir de marché des entreprises ne se limitent pas à la propriété de l'IA. Jusqu'à présent, nous avons examiné l'évolution technologique en tant que processus naturel. En réalité, les entreprises innovent, et leurs innovations déterminent à la fois le rythme de la croissance et les types de technologies qui font leur apparition. Après avoir atteint une envergure suffisante, les entreprises peuvent acheter et faire disparaître d'éventuels concurrents, ce qui risque d'étouffer la concurrence, de limiter l'innovation et d'aggraver les inégalités.

En outre, les grandes sociétés qui ont accès aux technologies de pointe reposant sur l'IA peuvent influencer le cadre réglementaire en fonction de leurs intérêts et orienter l'innovation vers leurs objectifs plutôt que vers le bien-être social. Par exemple, Acemoglu et Restrepo (2022) notent que l'automatisation observée au cours des dernières décennies pourrait avoir provoqué le remplacement de travailleurs sans vraiment accélérer la croissance de la productivité globale. Ils ont démontré que les machines pouvaient accomplir les tâches des travailleurs supplantés en les surpassant à peine. En outre, l'augmentation des inégalités et la diminution de la

part des revenus qui revient aux travailleurs peuvent avoir un caractère pérenne, et il pourrait être très difficile d'amorcer un changement. Le court terme pourrait se prolonger à l'infini pour certains travailleurs (Berg, Buffie et Zanna, 2018).

La première révolution industrielle a concrétisé les espoirs à long terme et les inquiétudes à court terme. Rares sont ceux qui voudraient renoncer aux bienfaits des précédentes révolutions industrielles (des toilettes intérieures aux téléphones portables), mais les changements ont été douloureux sur les plans économique et politique. Dans *The Technology Trap*, Carl Benedikt Frey soutient que la situation de certains groupes « vulnérables » s'est détériorée pendant trois générations. Dans l'édition du 6 décembre 2011 de *Vanity Fair*, Joseph Stiglitz affirme que le passage, grâce à la technologie, de l'économie agricole à l'économie manufacturière dans les années 20 a ouvert la voie à la Grande Dépression. Plus récemment, les effets des changements technologiques sur la répartition des revenus ont sans conteste contribué fortement à la montée du populisme et de l'antimondialisme.

L'IA évolue rapidement dans des directions inattendues, de sorte qu'il est peut-être impossible de tirer des enseignements du passé. Le lancement, début 2023, de ChatGPT-4, un modèle d'IA qui cherche à produire un discours semblable à celui des humains, marque une vive accélération du changement, soulignant la capacité de l'IA à jouer un rôle qui va bien au-delà des tâches routinières. Les experts en IA interrogés par McKinsey en 2019 prévoient que les ordinateurs seraient capables d'égaliser les meilleurs rédacteurs humains se situant dans la tranche supérieure de 25 % d'ici à 2050 et d'accomplir des tâches créatives de niveau humain d'ici à 2055. Ils ont toutefois revu leurs estimations, qui, à leur avis, devraient se concrétiser en 2024 et en 2028, respectivement.

Il est facile de comprendre pourquoi les prévisions ont été révisées si brusquement. Il semble que les transformateurs génératifs préentraînés (« generative pretrained transformers » en anglais ou GPT) pourraient avoir une grande incidence sur le marché du travail. D'après une estimation, l'introduction des GPT

dans le milieu de travail modifierait au moins la moitié des tâches d'environ 20% des travailleurs. Les GPT semblent augmenter la productivité dans l'accomplissement des tâches plus créatives, telles que la rédaction, l'analyse juridique et la programmation. Les auteurs des études ont comparé la productivité des groupes utilisant un GPT pour accomplir une tâche donnée à celle d'un groupe témoin, et ont constaté que le GPT augmentait considérablement la productivité. Il est cependant tout aussi remarquable que ce soit les personnes les moins qualifiées qui en tirent parti le plus, et que, dans certains cas du moins, la production accrue par le GPT soit plus créative ; en outre, il y a lieu de croire que la production de ChatGPT-4 peut dépasser le niveau humain. Voilà qui tranche sur les changements technologiques antérieurs, qui étaient axés sur l'automatisation des tâches *routinières* et le remplacement de la main-d'œuvre *non qualifiée* par l'IA et les robots. Cette évolution de l'incidence des nouvelles technologies sur les travailleurs qualifiés et peu qualifiés semble constituer une différence essentielle entre les GPT et les vagues technologiques précédentes, telles que la numérisation.

Tous ces éléments laissent entrevoir des répercussions majeures sur la croissance et les inégalités, mais donnent aussi à penser que le passé n'est peut-être pas le prologue. Certaines inégalités salariales vont-elles s'inverser à mesure que les travailleurs moins qualifiés tirent davantage parti des technologies ? Les grandes entreprises, qui ont le meilleur accès aux données, aux ordinateurs et aux candidats les plus talentueux, renforceront-elles leur pouvoir économique et politique ? La perspective, encore hypothétique, de l'intelligence artificielle générale (IAG) vient accroître l'incertitude. N'importe quel effort intellectuel humain serait vraisemblablement à la portée de l'IAG. L'évolution de l'IA sera clairement tributaire des progrès technologiques, des interventions des autorités et de la réaction globale de la société. Il existe des scénarios optimistes et des scénarios pessimistes, mais, dans tous les cas de figure, il est réaliste de prévoir que l'IA entraînera des bouleversements économiques, sociaux et

politiques, et les décideurs doivent faire de leur mieux pour comprendre les répercussions des changements rapides en cours sur la répartition des revenus.

En pleine transition vers une utilisation généralisée de l'IA, il est essentiel de reconnaître les effets des technologies de l'IA à l'échelle mondiale, qui n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies. D'après les études réalisées, le remplacement de la main-d'œuvre non qualifiée par l'IA pourrait creuser les écarts de revenus au niveau mondial, en désavantagant les pays à faible revenu (Alonso *et al.*, 2022). L'avènement de l'IA générative donne toutefois à penser que l'impact de ces technologies sur les pays est incertain. Les pays en développement peuvent bénéficier de l'IA, qui leur servira de tuteur universel infatigable et d'assistant spécialiste à la programmation pouvant renforcer leur main-d'œuvre. À l'inverse, l'accès limité aux données et au savoir-faire, et les lacunes technologiques pourraient élargir le fossé. **F&D**

**ANDREW BERG** est directeur adjoint de l'Institut de développement des capacités du FMI. **MARYAM VAZIRI** est économiste au sein de cet institut. **CHRIS PAPAGEORGIOU** est chef de division au département des études du FMI.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Acemoglu, D., and P. Restrepo. 2020. "Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets." *Journal of Political Economy* 128 (6): 2188-244.
- Acemoglu, D., and P. Restrepo. 2022. "Demographics and Automation." *Review of Economic Studies* 89 (1): 1-44.
- Autor, D. H. 2019. "Work of the Past, Work of the Future." In *AEA Papers and Proceedings*, vol. 109, 1-32. Nashville, TN: American Economic Association.
- Berg, Andrew, Edward F. Buffie, Mariarosaria Comunale, Chris Papageorgiou, and Luis-Felipe Zanna. Forthcoming. "Searching for Wage Growth: Policy Responses to the AI Revolution." IMF Working Paper, International Monetary Fund, Washington, DC.
- Berg, A., E. F. Buffie, and L. F. Zanna. 2018. "Should We Fear the Robot Revolution? (The Correct Answer Is Yes)." *Journal of Monetary Economics* 97: 117-48.
- Katz, L. F., and K. M. Murphy. 1992. "Changes in Relative Wages, 1963-1987: Supply and Demand Factors." *Quarterly Journal of Economics* 107 (1) 35-78.

# L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET LE SECTEUR FINANCIER

Jeff Kearns

Les institutions financières devraient doubler leurs dépenses liées à l'IA d'ici à 2027

**L**es outils qui font appel à l'intelligence artificielle (IA) et leurs utilisateurs sont devenus incontournables pour les institutions financières et les banques centrales du monde entier.

En juin 2023, JPMorgan Chase & Co. avait 3 600 postes liés à l'IA à combler, selon Evident Insights Ltd, une jeune pousse londonienne qui suit les capacités des sociétés de services financiers dans le domaine de l'IA.

« On se dispute le talent », a indiqué la fondatrice d'Evident Insights, Alexandra Mousavizadeh. « Il est vraiment vital d'avoir une longueur d'avance sur ce plan. »

À l'instar d'autres avancées technologiques, l'IA est synonyme de nouvelles possibilités, mais aussi de nouveaux risques. Le secteur financier pourrait compter parmi ceux qui bénéficient le plus de l'IA, qui pourrait lui permettre de mieux protéger les actifs et de prévoir l'évolution des marchés. Mais c'est aussi le secteur qui a le plus à perdre si l'IA ouvre la voie au vol, à la fraude, à la cybercriminalité, voire à une crise financière imprévisible.

Le lancement de ChatGPT par OpenAI en novembre 2022 continue de faire des vagues dans de nombreux secteurs, dont la finance. Cette application a eu une croissance sans précédent dans l'histoire d'Internet, le nombre d'utilisateurs ayant rapidement atteint les 100 millions.

Dans le secteur financier, la demande de spécialistes de l'IA ne connaît pas de frontière. Trois des dix premières villes de l'indice des talents



d'Evident se trouvent en Inde selon sa fondatrice, économiste, mathématicienne et ancienne codirectrice de la section du risque pays chez Morgan Stanley.

### Une adhésion sans réserve

Les investissements des entreprises, y compris des sociétés de services financiers, dans l'IA témoignent des nouvelles priorités. Selon International Data Corp, les ventes de logiciels, de matériel et de services liés à l'IA augmenteront de 29 % pour atteindre 166 milliards de dollars cette année et dépasseront 400 milliards de dollars en 2027. D'après la société d'études de marché, les dépenses effectuées à ce chapitre dans le secteur financier vont plus que doubler pour atteindre 97 milliards de dollars en 2027 ; cela représente une croissance annuelle composée de 29 % qui place le secteur au premier rang parmi les cinq principaux secteurs à cet égard.

Les fonds spéculatifs, qui sont depuis longtemps des précurseurs en matière technologique, ont adopté l'IA générative. Selon une enquête menée par BNP Paribas auprès de fonds ayant des actifs totalisant 250 milliards de dollars, près de la moitié des gestionnaires interrogés utilisent ChatGPT à des fins professionnelles, et plus des deux tiers, pour rédiger des documents marketing ou résumer divers documents.

Les sociétés d'investissement utilisent l'IA et examinent les possibilités qu'elle pourrait offrir dans le cadre de diverses activités. La plus grande société d'investissement d'Europe, Amundi SA, a entrepris de créer sa propre infrastructure d'IA pour la réalisation d'études macroéconomiques et d'analyses des marchés. Elle s'en sert également pour des applications telles que les robots-conseillers au service des particuliers.

La société Amundi, qui gère depuis Paris 2 000 milliards d'euros (2 100 milliards de dollars) d'actifs pour plus de 100 millions de clients, utilise l'IA pour personnaliser les portefeuilles de certains de ses clients sur la base d'un questionnaire sur le risque, qui lui permet également de connaître leurs impressions en temps réel.

### Une vue d'ensemble

« Ce type d'algorithme nous renseigne sur le comportement des clients », a indiqué Monica Defend, stratège en chef à l'Amundi Institute, le service Études et stratégies de la société. « Le client y trouve son compte, mais cela nous donne aussi une vue d'ensemble de l'évolution des attitudes au sein de ce groupe d'utilisateurs. »

M<sup>me</sup> Defend a précisé que pour d'autres utilisations, telles que la prise de décisions institutionnelles

« L'IA risque également d'exacerber une crise, quelle qu'en soit la cause, parce qu'elle s'appuie sur des données en décalage face à la réalité d'une situation inédite. »

en matière d'investissement, l'IA peut être limitée par des données qui s'avèrent peu fiables ou par des situations sans précédent à forte incidence. Il convient également de veiller en priorité à éviter tout abus et à utiliser l'IA dans un cadre sûr, éthique et conforme.

« L'IA ne peut pas remplacer l'intelligence humaine », a poursuivi M<sup>me</sup> Defend. « Un processus entièrement piloté par l'IA pourrait être dangereux. Il est tout aussi important d'interpréter, de comprendre et de vérifier les renseignements fournis par les algorithmes. »

JPMorgan, le plus grand prêteur américain, consacre plus de 15 milliards de dollars par an à la technologie, un domaine auquel est affecté près du cinquième de ses quelque 300 000 salariés. Un groupe de recherche sur l'IA emploie 200 personnes, et l'IA a été intégrée à des centaines d'utilisations, du démarchage et du marketing à la gestion des risques et à la prévention des fraudes. L'IA est également utilisée à l'échelle mondiale dans les systèmes de traitement des paiements et de transfert de fonds.

« L'IA est absolument essentielle », a déclaré le directeur général Jamie Dimon à l'assemblée des actionnaires en avril.

### Le monde monétaire

L'enjeu est beaucoup plus important pour les décideurs qui veillent sur l'économie. Les banques centrales, qui sont par nature plus lentes et plus prudentes, apprennent à utiliser l'IA dans un tout autre contexte et à évaluer les risques qu'elle peut représenter.

L'utilité de l'IA a été démontrée pour diverses fonctions des banques centrales, telles que le contrôle. La banque centrale du Brésil a construit un prototype de robot pour télécharger les plaintes des consommateurs concernant les institutions financières et les classer grâce à l'apprentissage automatique. Cette année, la Reserve Bank of India a fait appel aux sociétés de conseil McKinsey et Accenture pour l'intégration de l'IA et des analyses connexes dans ses activités de contrôle.

Le Comité de Bâle sur le contrôle bancaire a constaté que l'IA pouvait accroître l'efficacité des décisions de crédit et de la lutte contre le blanchiment de capitaux. Ce comité composé de dirigeants de banque centrale et de contrôleurs bancaires est l'un des principaux organismes au monde chargés d'établir des normes à des fins de réglementation. Le Comité a également mentionné plusieurs risques, tels que la compréhension des résultats à partir de modèles opaques, le risque de biais et les cyberrisques accrus.

« Les processus de contrôle permettant de déterminer ce qui est sécuritaire ainsi que la capacité de

distinguer les innovations responsables de celles qui ne le sont pas s'amélioreront sans aucun doute, mais il reste du chemin à parcourir », a déclaré l'année dernière Neil Esho, secrétaire général du Comité.

La Banque des règlements internationaux (BRI), le regroupement de banques centrales qui a son siège à Bâle (Suisse) et où se trouvent les bureaux du secrétariat du Comité, a mis à l'essai diverses utilisations potentielles. Le projet Aurora du Pôle d'innovation de la BRI, par exemple, a démontré que les réseaux neuronaux, un type d'apprentissage automatique, peuvent faciliter la détection des opérations de blanchiment de capitaux en relevant les schémas et les anomalies qui échappent aux méthodes classiques.

### Des signaux au milieu du brouhaha

La Banque du Canada a élaboré un outil d'apprentissage automatique pour détecter les anomalies dans les rapports prescrits par la loi. Selon Maryam Haghghi, directrice du département Science des données, les exécutions automatiques quotidiennes de ce programme détectent ce qui échappe à l'humain, ce qui permet au personnel de se concentrer sur l'analyse complémentaire.

« Voilà un exemple où l'IA peut être d'une aide vraiment précieuse pour les banques centrales », a ajouté M<sup>me</sup> Haghghi. « L'outil d'IA peut apprendre à exécuter cette tâche plutôt fastidieuse et à surpasser l'humain en qualité et en rapidité. »

La Banque centrale européenne (BCE) utilise l'IA entre autres pour le classement automatisé des données de 10 millions d'entités privées et publiques, et le suivi en temps réel des prix des produits affichés sur le Web. Cette technologie aide également les contrôleurs bancaires à extraire et à analyser des articles de presse, des rapports de contrôle et des rapports de société.

L'univers des données étant en croissance exponentielle, il est essentiel de l'apurer pour rendre l'information intelligible, surtout dans le cas des données non structurées, estime Myriam Moufakkir, directrice des services à la BCE. L'IA peut aider l'humain à établir des distinctions importantes. La BCE examine également

la possibilité d'utiliser de grands modèles de langage pour rédiger des codes, tester des logiciels et même faciliter la compréhension des communications publiques.

### La stabilité financière

Selon Jon Danielsson, chercheur à la London School of Economics qui étudie l'incidence de l'IA sur le système financier, les fonctionnalités de cette technologie vont des plus élémentaires aux plus avancées. Pour illustrer les fonctionnalités élémentaires, prenons les échecs. À ce jeu, qui consiste à déplacer des pièces sur un échiquier en suivant des règles connues de tous, l'humain n'est pas de taille à rivaliser avec l'IA. En revanche, la supériorité de l'IA diminue à mesure que la tâche se complexifie. Dans une situation inattendue, l'humain peut prendre des décisions plus éclairées en tirant parti de ses connaissances dans divers domaines allant de l'économie et de l'histoire à l'éthique et à la philosophie. C'est sur ce terrain que l'humain surpasse l'IA — pour l'instant.

L'IA prend déjà des décisions financières importantes, comme le traitement des demandes de cartes de crédit, et a fait d'importantes percées dans les secteurs public et privé. M. Danielsson a ajouté que l'IA peut protéger les clients, par exemple en empêchant les banques d'abuser de leur confiance ou de fermer les yeux sur la fraude ou le blanchiment de capitaux. Il a cependant souligné le risque posé par cette utilisation accrue.

« La technologie nous envahit lorsque nous commençons à lui faire confiance et à l'utiliser de plus en plus », croit M. Danielsson.

Gary Gensler, président de la Commission des valeurs mobilières des États-Unis, veille sur un marché boursier de 46 000 milliards de dollars qui représente les deux cinquièmes du marché mondial. À son avis, l'IA pourrait provoquer une crise financière. Les risques qu'elle fait peser sur la stabilité financière exigent « une nouvelle réflexion sur les interventions systémiques ou macroprudentielles », a-t-il déclaré à la presse en juillet. « L'IA peut accroître la fragilité financière, car elle pourrait favoriser un comportement moutonnier, les acteurs prenant des décisions similaires parce

qu'ils reçoivent le même signal d'un modèle de base ou d'un agrégateur. »

Cette mise en garde repose sur les travaux que M. Gensler a réalisés en tant que professeur d'économie mondiale et de gestion au Massachusetts Institute of Technology, où, en collaboration avec Lily Bailey, il a publié une communication sur l'apprentissage profond en 2020. Selon les coauteurs, cette branche de l'IA offre « des pouvoirs de prédiction inédits qui ouvrent des perspectives considérables en matière d'efficacité, d'inclusion financière et d'atténuation des risques ». Ils ont cependant souligné que les réglementations désuètes « ne seront sans doute pas adaptées aux risques systémiques posés par l'utilisation généralisée de l'apprentissage profond dans le secteur financier ».

### Les « polycrises »

L'IA risque également d'exacerber une crise, quelle qu'en soit la cause, parce qu'elle s'appuie sur des données en décalage face à la réalité d'une situation inédite, selon Anselm Küsters, chef du département de la numérisation et des nouvelles technologies au Centre pour la politique européenne de Berlin. M. Küsters a utilisé le terme « polycrise », popularisé par l'historien de l'économie Adam Tooze, qui fait référence à l'interaction de différents chocs dont l'effet combiné est pire que la somme de leurs parties.

Le recours accru à des applications opaques de l'IA « crée de nouveaux risques systémiques », car elles peuvent rapidement amplifier les chaînes de réaction négatives, a écrit M. Küsters, qui a exhorté le Parlement européen à « se concentrer sur le surcroît de risque lié aux prévisions algorithmiques en cas de crise ».

Les dirigeants des banques centrales et les autres décideurs seront confrontés à ces questions posées par l'évolution rapide de la technologie dans les années à venir, à mesure que les bienfaits et les menaces se préciseront.

« Nous ne pouvons pas encore déterminer ce qui est pertinent pour les banques centrales », a indiqué M<sup>me</sup> Moufakkir. « L'histoire ne fait que commencer. » F&D

**JEFF KEARNS** est membre de l'équipe de rédaction de Finances & Développement.

# LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT

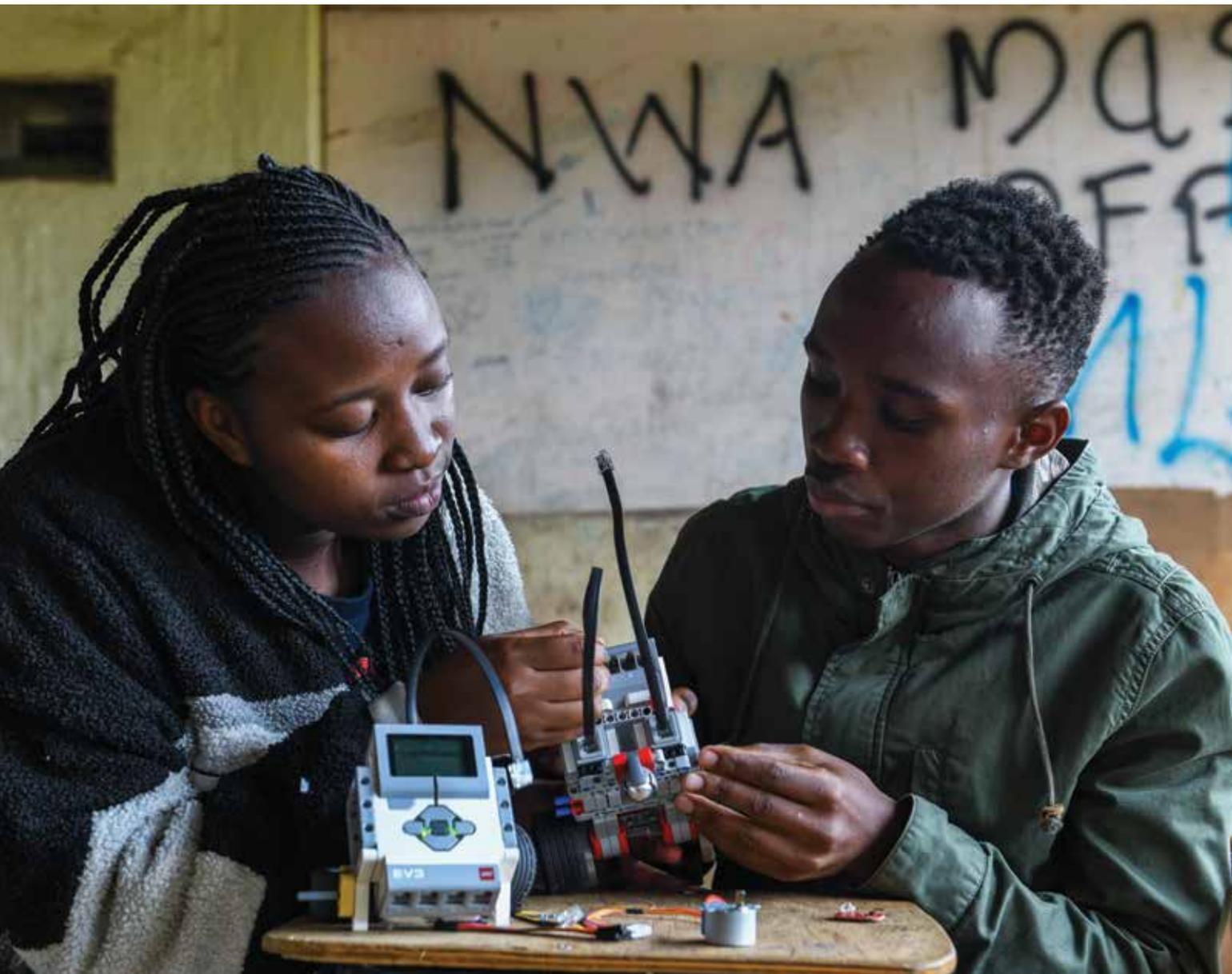
Daniel Björkegren et Joshua Blumenstock

D'après des études réalisées au Kenya, en Sierra Leone et au Togo, l'IA doit être soigneusement adaptée pour que les pauvres en tirent parti

L'intelligence artificielle (IA) entraîne une transformation en profondeur de l'économie des pays en développement qui soulève des risques bien connus (perturbation, mésinformation et surveillance), mais qui fait aussi miroiter de nombreux bienfaits potentiels. Des exemples récents montrent que les technologies faisant appel à l'IA permettent de mieux cibler l'aide et le crédit, et d'améliorer l'accès à un enseignement et à des conseils médicaux sur mesure. Cependant, pour mettre en équilibre ces risques et possibilités, il ne suffit pas d'utiliser les technologies existantes ; des innovations et des adaptations au niveau local sont aussi nécessaires.

La plupart des avancées récentes en matière d'IA ont été réalisées dans des pays riches pour leurs utilisateurs, à l'aide de données locales. Ces dernières années, nous et nos partenaires avons fait de la recherche sur l'IA dans des pays à faible revenu, qui portait plus précisément sur des applications adaptées aux utilisateurs de ces pays et fondées sur des données locales. Dans ces pays, le succès des solutions fondées sur l'IA passe par leur adaptation au contexte social et institutionnel local.

Au Togo, où le gouvernement a eu recours à l'apprentissage automatique pour cibler l'aide monétaire pendant la pandémie de COVID-19, nous avons constaté que la localisation de l'IA était la clé du succès. Le gouvernement a utilisé une technologie initialement conçue pour le ciblage de la publicité en ligne afin de recenser les habitants les plus pauvres du pays. Un système d'IA a traité des données transmises par des satellites et des opérateurs de téléphonie mobile afin de déterminer les signes de la



GERALD ANDERSON/ANADOLU AGENCY VIA GETTY IMAGES

Au Kenya, des jeunes suivent des cours de robotique et de codage pour apprendre à maîtriser les technologies de demain.

pauvreté, tels que le sous-développement des villages qui ressort des images aériennes et les abonnés aux services mobiles ayant peu de crédit sur leur téléphone. Grâce à un ciblage fondé sur ces signes, le gouvernement a pu s'assurer que les transferts en espèces parvenaient aux personnes qui en avaient le plus besoin (Aiken *et al.*, 2022).

Le succès de cette application au Togo réside dans l'adaptation de la technologie aux besoins locaux par le gouvernement, en collaboration avec des chercheurs et des organisations sans but lucratif. Ces acteurs ont élaboré un système de transfert de fonds par téléphone mobile pouvant être utilisé avec tous les abonnés à la téléphonie mobile, adapté un logiciel d'apprentissage automatique pour cibler les transferts en espèces, et interrogé des dizaines de milliers de bénéficiaires pour

s'assurer que le système reflétait la définition locale de la pauvreté. Ce système ne se voulait toutefois pas une solution pérenne et devait être progressivement retiré après la pandémie.

Le programme fondé sur l'IA a soulevé une autre préoccupation : les algorithmes qui donnent de bons résultats en laboratoire peuvent ne pas être fiables lorsqu'ils sont exécutés pour la prise de décisions importantes sur le terrain. Par exemple, avec un système de ciblage de l'aide analogue à celui élaboré au Togo, les gens pourraient adapter leur comportement pour avoir droit aux allocations, ce qui compromettrait la capacité du système à aider les pauvres.

L'apprentissage automatique est également utilisé pour déterminer l'admissibilité aux microcrédits, sur la base de l'usage de la téléphonie mobile (Björkegren

et Grissen, 2020). Par exemple, au Kenya, plus du quart des adultes ont contracté des emprunts en utilisant leur téléphone portable. Toutefois, si les personnes ayant le plus grand réseau d'amis sur Facebook sont plus susceptibles de voir leur demande de crédit approuvée, cela pourrait inciter des demandeurs à élargir rapidement leur réseau d'amis. En somme, le système pourrait avoir du mal à s'assurer que le programme bénéficie aux personnes visées.

Dans le cadre d'une étude menée avec le Busara Center au Kenya, nous avons constaté que les gens pouvaient apprendre et adapter leur utilisation du téléphone mobile à ces règles algorithmiques (Björkegren, Blumenstock et Knight, à paraître). Nous avons démontré comment un ajustement de l'algorithme visant à valider le concept, qui anticipe ces réponses, permettait d'obtenir de meilleurs résultats. Cependant, la technologie ne peut, à elle seule, résoudre les problèmes de mise en œuvre ; la principale difficulté que doivent surmonter les concepteurs de tels systèmes consiste à s'assurer de leur fiabilité dans des conditions réelles.

D'autre part, certains systèmes doivent être adaptés pour être utiles. Par exemple, dans nombre de pays à faible revenu, les enseignants disposent de ressources limitées pour s'occuper de classes nombreuses. En Sierra Leone, un partenaire local a mis à l'essai un agent conversationnel fondé sur l'IA à l'intention des enseignants, appelé TheTeacher.AI. Similaire à ChatGPT, ledit agent a été adapté au programme d'enseignement national et est accessible même lorsque la connexion à Internet est mauvaise. Au cours de la phase d'essai, de nombreux enseignants n'ont pas pu formuler leurs questions de manière à obtenir des réponses utiles, mais un petit groupe a commencé à utiliser régulièrement le système pour enseigner des concepts, planifier des leçons et élaborer des supports didactiques (Choi *et al.*, 2023). La formation et l'expérimentation ont été des prérequis à l'utilisation du système par les enseignants. Pour les utilisateurs potentiels, les avantages de l'IA ne sautent pas forcément aux yeux ; la découverte des nombreuses utilisations est tributaire d'une approche par tâtonnements et de l'accès à des applications utiles.

### Obstacles à la communication

Il est sans doute plus difficile d'appréhender le potentiel de l'IA dans les pays à faible revenu, où les compétences en lecture et en calcul sont plus faibles et où les données numériques et les algorithmes utilisés pour les traiter ne sont pas bien connus. Par exemple, dans le cadre de l'expérience réalisée sur le terrain à Nairobi (Kenya), nous avons eu du mal à expliquer à des personnes à faible revenu des algorithmes simples utilisant des nombres négatifs et des fractions. Notre équipe a cependant trouvé des

« Il faudra investir dans l'infrastructure du savoir des systèmes d'IA, surtout dans les pays en développement, où les lacunes en matière de données persistent et où les pauvres sont sous-représentés dans le monde numérique. »

moyens plus simples de communiquer ces concepts. Les personnes qui ont réagi à l'algorithme avaient manifestement compris le concept. Il n'en reste pas moins que les systèmes d'IA complexes sont difficiles à comprendre, même pour les chercheurs.

Certaines applications n'exigent pas de connaître le fonctionnement des algorithmes. Par exemple, les suggestions de contenu communiquées par Netflix à ses abonnés peuvent être utiles à ces derniers, même s'ils ne savent pas comment fonctionne l'algorithme qui en est à l'origine. De même, en cas de crise humanitaire, les décideurs peuvent privilégier un algorithme opaque de type « boîte noire », comme l'a fait le gouvernement togolais en réponse à la crise de la COVID-19.

La transparence est parfois capitale. Lorsque l'on prend des mesures de protection sociale dans une situation non urgente, il est essentiel d'expliquer les critères d'admissibilité aux bénéficiaires potentiels. Voilà qui est plus facile à dire qu'à faire : il ressort de nombreux entretiens et groupes de discussion que les normes et les valeurs relatives aux données et à la confidentialité sont fondamentalement différentes dans un contexte tel que le Togo rural et dans les pays riches où les systèmes d'IA sont plus courants. Par exemple, peu de nos interlocuteurs étaient préoccupés par l'accès du gouvernement ou des entreprises à leurs données (une préoccupation majeure en Europe et aux États-Unis), mais nombre d'entre eux souhaitaient savoir si et comment ces informations allaient être communiquées à leurs voisins.

L'IA étant de plus en plus utilisée, les populations doivent connaître son incidence sur la société. Par exemple, l'IA peut générer des photographies provocantes entièrement fausses et des appels robotisés qui reproduisent la voix d'une personne. Ces changements rapides détermineront dans quelle mesure





Juliana Rotich travaille sur son ordinateur portable au centre d'innovation technologique i-Hub, à Nairobi (Kenya).

les informations accessibles en ligne sont dignes de confiance. Même les populations isolées doivent être sensibilisées si l'on veut éviter qu'elles soient induites en erreur et s'assurer que leurs préoccupations sont prises en compte dans l'élaboration des réglementations.

### Forger des liens

Les solutions d'IA reposent sur l'infrastructure numérique matérielle existante, allant des énormes bases de données installées sur des serveurs aux câbles de fibre optique et aux tours de transmission cellulaire, en passant par les téléphones portables. Au cours des deux dernières décennies, les pays en développement ont investi massivement afin que les zones éloignées aient accès à la téléphonie mobile et à Internet pour ainsi jeter les bases de ces nouvelles applications.

Même si les applications d'IA bénéficient d'une infrastructure numérique, certaines d'entre elles pourraient mieux utiliser les ressources existantes. Par exemple, en Sierra Leone, de nombreux enseignants ont du mal à accéder à Internet. Pour certaines tâches, il peut être plus facile de consulter un robot conversationnel, puis de valider sa réponse, que de rassembler des informations à partir de plusieurs ressources en ligne.

Certains systèmes d'IA nécessiteront toutefois des investissements dans l'infrastructure du savoir, en particulier dans les pays en développement, où

les lacunes en matière de données persistent et où les pauvres sont sous-représentés dans le monde numérique. Dans ces pays, les modèles d'IA disposent d'informations incomplètes sur les besoins, les aspirations et l'état de santé des personnes à faible revenu, sur l'apparence des personnes et des villages, et sur la structure des langues moins usuelles.

Pour recueillir les données manquantes, il peut être nécessaire d'intégrer les cliniques, les écoles et les entreprises dans des systèmes d'archivage numériques, d'accorder des incitations à leur utilisation et d'établir la légitimité des droits sur les données obtenues.

Par ailleurs, les systèmes d'IA devraient être adaptés aux valeurs et aux conditions locales. Par exemple, on peut supposer que les systèmes d'IA utilisés en Occident amènent les enseignants à recourir à du matériel coûteux tel que des tableaux blancs ou des diapositives numériques. Ces systèmes doivent être adaptés aux enseignants qui ne disposent pas de ces ressources. En investissant dans les capacités et la formation des développeurs et concepteurs locaux de systèmes d'IA, on peut s'assurer que la prochaine génération d'innovations techniques reflétera mieux les valeurs et les priorités locales.

L'IA laisse entrevoir de nombreuses applications utiles pour les démunis dans les pays en développement. La difficulté n'est pas de voir grand — on peut imaginer sans peine les bienfaits pour les pauvres —, mais plutôt de s'assurer que ces systèmes sont adaptés aux besoins des personnes et au contexte local, et ne causent pas de préjudice. **F&D**

**DANIEL BJÖRKEGREN** est professeur adjoint à l'École des affaires internationales et publiques de l'Université Columbia. **JOSHUA BLUMENSTOCK** est professeur agrégé du chancelier à l'École d'information et à l'École Goldman de politique publique de l'Université de Californie à Berkeley.

#### BIBLIOGRAPHIE

Aiken, Emily, Suzanne Bellue, Dean Karlan, Chris Udry, and Joshua E. Blumenstock. 2022. "Machine Learning and Phone Data Can Improve Targeting of Humanitarian Aid." *Nature* 603 (7903): 864-70. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04484-9>.

Björkegren, Daniel, and Darrell Grissen. 2020. "Behavior Revealed in Mobile Phone Usage Predicts Credit Repayment." *World Bank Economic Review* 34 (3): 618-34. <https://doi.org/10.1093/wber/lhz006>.

Björkegren, Daniel, Joshua E. Blumenstock, and Samsun Knight. Forthcoming. "Manipulation-Proof Machine Learning."

Choi, Jun Ho, Oliver Garrod, Paul Atherton, Andrew Joyce-Gibbons, Miriam Mason-Sesay, and Daniel Björkegren. 2023. "Are LLMs Useful in the Poorest Schools? the TeacherAI in Sierra Leone." Paper presented at the Neural Information Processing Systems (NeurIPS) Workshop on Generative AI for Education (GAIED).

# L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN PRATIQUE

La technologie transforme nos manières de produire notre nourriture, de prendre soin de notre santé et de garantir notre sécurité nationale

L'intelligence artificielle (IA), dernier bouleversement technologique en date, nous prépare des mutations profondes, au sol et dans les airs. L'IA a le potentiel de transformer de nombreux pans de la société ; nous nous pencherons ici sur les trois secteurs essentiels que sont l'agriculture, la médecine et la défense.

Dans ces domaines (comme dans beaucoup d'autres), l'IA a des effets révolutionnaires, qu'il s'agisse d'optimiser les rendements agricoles, d'améliorer la précision des soins ou de renforcer les capacités militaires et la sécurité nationale. Les cas que nous décrivons ici sont tirés de l'expérience pratique de différents pays et mettent en relief certains des avantages concrets de l'intégration de l'IA dans divers secteurs essentiels, en même temps qu'ils soulèvent des questions d'ordre moral et des interrogations sur les lacunes de l'action publique et le manque de formation. Par ces exemples, nous avons tenté d'illustrer les possibilités et difficultés incalculables qui se situent au croisement de la technologie et du progrès humain.



## Produire plus avec moins

Dans la lutte contre la faim, l'IA peut contribuer à ce que l'agriculture produise plus avec moins

Robert Horn

**L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA) COMMENCE** à laisser sa marque dans les chaînes de production agricoles et de produits alimentaires. Cette révolution technologique permet déjà de concevoir de nouvelles variétés de riz résistantes au changement climatique ; de fournir des données sur les sols ; de guider les pulvérisateurs de précision embarqués dans des drones pour l'application d'engrais et de pesticides ; et enfin, de sélectionner, inspecter et classer les produits. « L'agriculture intelligente fondée sur l'IA offre des possibilités extraordinaires d'améliorer la sécurité alimentaire et de réduire, voire d'éliminer, la faim dans de nombreuses régions du monde », indique Channing Arndt, membre d'un partenariat de recherche mondial, le Groupe consultatif pour la recherche agro-nomique internationale (GCRAI).

Plantation de thé à Hangzhou, en Chine : l'agriculture intelligente fondée sur l'IA offre des possibilités extraordinaires d'améliorer la sécurité alimentaire et de réduire, voire d'éliminer, la faim dans de nombreuses régions du monde.

En Thaïlande, les dirigeants approuvent. En 2014, ils ont présenté la stratégie nationale pour un développement avancé. Programmée sur vingt ans et baptisée Thailand 4.0, elle porte en priorité sur l'alimentation, l'agriculture et les technologies numériques ; ces secteurs sont par ailleurs réunis au sein des programmes gouvernementaux Smart Farmer et Young Smart Farmer, qui encouragent les exploitants à adopter une agriculture de précision en se connectant aux nouvelles technologies (drones pilotés par l'IA, logiciels permettant une pulvérisation intelligente et ciblée pour améliorer les rendements tout en protégeant l'environnement et l'écosystème, par exemple).

Les produits alimentaires et l'agriculture sont deux atouts de longue date de l'économie thaïlandaise. Ce royaume du Sud-Est asiatique, qui compte 70 millions d'habitants, est le 15<sup>e</sup> exportateur mondial de denrées alimentaires et l'unique exportateur net de ces produits en Asie. La valeur de ses expéditions devrait s'élever à 44,3 milliards de dollars cette année, faisant de la Thaïlande un acteur incontournable de la sécurité alimentaire

et de la campagne pour l'éradication de la faim dans la région et dans le monde.

Mais cette campagne, malgré les succès impressionnants remportés dans la dernière décennie, vient de subir des revers. En raison de la pandémie, de la guerre en Ukraine et des perturbations qui en ont résulté, on estime que 735 millions de personnes (9,2 % de la population mondiale) étaient sous-alimentées en 2022 (d'après *L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde*, publié par l'Organisation des Nations Unies). Même la Thaïlande, qui dispose de denrées alimentaires en abondance, a enregistré la première hausse du nombre de personnes souffrant de la faim depuis dix ans. Les autorités de plusieurs régions réfléchissent donc aux moyens d'utiliser les technologies numériques pour rendre l'agriculture plus productive et les filières alimentaires plus efficaces et inverser la tendance sur le plan de la malnutrition et des pénuries alimentaires.

#### UTILISER L'IA POUR LUTTER CONTRE LA FAIM

La Thaïlande n'est qu'un exemple de la manière dont les pays se servent de l'IA pour lutter contre la faim, l'insécurité alimentaire et la pauvreté qui pénalisent l'économie. La sous-alimentation se traduit par des besoins accrus d'aides publiques et une productivité plus faible des travailleurs, parfois au détriment du revenu par habitant, de la croissance, voire de la stabilité politique. Dans le même temps, les jeunes agriculteurs vont s'installer en ville pour trouver des emplois mieux rémunérés, et il y a donc moins de bras pour produire le surcroît de denrées alimentaires requis par l'accroissement de la population mondiale. Ces tendances combinées pourraient déclencher une crise, mais les analystes et les décideurs espèrent que les nouvelles technologies, dont l'IA, aideront ces agriculteurs moins nombreux à produire davantage de nourriture.

Dans cette optique, il est essentiel de veiller à la bonne santé de l'écosystème numérique, affirme Krithpaka Boonfueng, directeur général de la National Innovation Agency (NIA). En octobre, la Thaïlande a lancé THEOS-2, le premier satellite d'observation de la

Terre mis au point par des ingénieurs thaïlandais et britanniques, qui collectera des données pour l'agriculture intelligente. La NIA propose des programmes d'incubateurs et d'accélérateurs facilitant la recherche d'investisseurs privés pour les jeunes entreprises liées aux technologies agricoles pouvant fournir des données utiles sur le terrain. Autre bras technologique du gouvernement, la Digital Economy Promotion Agency (DEPA) est chargée du programme One Community, One Drone, lequel couvre les agriculteurs de 500 collectivités partageant des services de drone pour gérer leurs champs. « Même les agriculteurs veulent s'appuyer sur les technologies, mais il faut qu'elles soient suffisamment simples à utiliser », explique Preesan Rakwatin, le vice-président exécutif de DEPA, qui met en contact les entreprises technologiques et les marchés et finance également de jeunes pousses.

L'une d'elles, Ricult, vient déjà en aide à des agriculteurs pakistanais, thaïlandais et vietnamiens. Fondée en 2015, Ricult a la double casquette et combine technologies financières (« fintech ») et technologies agricoles (« agritech »). Téléchargée plus de 800 000 fois en Thaïlande, son application fondée sur l'IA fournit des informations et des outils aux petits agriculteurs pour choisir les bonnes variétés culturales et méthodes de précision afin d'augmenter leur productivité et leur rentabilité. Son portail les aide à résoudre un problème urgent et récurrent, à savoir l'accès aux financements. Dans le même temps, le groupe Mitr Phol, premier producteur de sucre en Asie, travaille avec IBM à des solutions fondées sur l'IA à l'intention des agriculteurs, et Chia Tai, l'une des plus grandes entreprises d'agroalimentaire thaïlandaises, utilise les drones autonomes du chinois XAG.

#### DES POLITIQUES PLUS AVISÉES

Mais l'agriculture intelligente reste relativement marginale. D'après l'un des fondateurs de Ricult, Aukrit Unahalekhaka, les organismes gouvernementaux qui tentent la microgestion tout en travaillant en équipes isolées freinent le décollage de cette nouvelle agriculture. Il assure que le problème se pose à l'échelle de toute la région. « La tâche des gouvernants

devrait consister à imaginer les politiques et faciliter le financement des jeunes pousses, des innovateurs et des agriculteurs. Laisser le marché opérer est bien plus efficace », assure-t-il.

Ce n'est pas toujours la voie choisie. En Afrique, autre continent en lutte contre la faim et l'insécurité alimentaire, les réglementations relatives aux drones sont très strictes, et il est difficile d'obtenir des autorisations, comme l'indique le rapport « Empowering Africa's Food Systems for the Future », publié par l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI). Pourtant, des pays comme le Kenya, le Rwanda, la Tanzanie et d'autres investissent dans la construction d'un écosystème numérique et dans la formation des agriculteurs aux outils numériques pour qu'ils puissent accéder en ligne à des services de vulgarisation, des prévisions météorologiques, des informations commerciales et des financements. Des obstacles concernant la connectivité et la formation au numérique subsistent néanmoins. « Bien que la révolution numérique offre des perspectives extrêmement prometteuses pour les systèmes alimentaires africains, il est essentiel de relever ces défis pour qu'elle réussisse », estime l'IFPRI.

Quelles que soient les promesses, certains chercheurs mettent en garde contre les risques. Si les données sont de mauvaise qualité, il en ira de même pour les résultats de l'IA. Et l'IA peut être programmée pour augmenter les rendements sans tenir compte des effets néfastes sur l'environnement. « L'IA peut être affinée pour atteindre vos objectifs. Elle n'est pas parfaite », déclare A. Unahalekhaka, ajoutant qu'il n'a encore été témoin d'aucun mauvais usage de l'IA de la part des agriculteurs. Ils sont nombreux à considérer comme lui que les avantages sont supérieurs aux risques et que les résultats devraient être positifs. Il est porté par son ambition — qu'il estime partagée par d'autres — d'exploiter les technologies agricoles pour « construire un monde meilleur ».

**ROBERT HORN** est un journaliste indépendant installé à Bangkok ; il a travaillé précédemment pour les magazines Fortune et Time et pour Associated Press.



## Les pouvoirs curatifs de l'intelligence artificielle

L'IA s'annonce prometteuse pour la médecine, mais elle présente aussi des risques et des inconvénients

Kerry Dooley Young

**IL EST AISÉ D'IMAGINER** le potentiel que représente l'intelligence artificielle (IA) pour aider les gens dans le monde entier à vivre en meilleure santé.

Certains l'utilisent déjà pour détecter rapidement des signes avant-coureurs de maladie, comme l'a montré une étude menée à Rangpur, au Bangladesh, dans le cadre de laquelle l'organisation sans but lucratif Orbis International, qui lutte contre les causes évitables de cécité, et des praticiens locaux ont utilisé le système LumineticsCore. Mis au point par la société Digital Diagnostics basée à Coralville (Iowa), LumineticsCore utilise une caméra qui enregistre des images des yeux et les examine à l'aide de l'IA.

Ce produit a déjà obtenu des résultats impressionnants. En 2018, il est devenu le premier appareil fonctionnant avec l'IA à obtenir l'agrément de la Food and Drug Administration (FDA) américaine pour dépister la rétinopathie diabétique. En 2020, Medicare, le gigantesque système d'assurance santé des États-Unis, a décidé de financer son utilisation dans les centres de soins primaires.

Au Bangladesh, les chercheurs ont étudié la productivité d'une clinique

ophtalmologique dont les patients diabétiques étaient répartis aléatoirement entre le groupe dépisté avec l'IA et le groupe témoin.

Ils ont estimé qu'en utilisant l'outil fonctionnant avec l'IA, 1,59 patient par heure recevait une visite de haute qualité, contre 1,14 dans le groupe témoin, indiquent Michael Abramoff, fondateur de Digital Diagnostics, et ses coauteurs dans le numéro d'octobre de la revue *npj Digital Medicine* de Nature Portfolio.

Ce test a montré que LumineticsCore permettait de dépister davantage de déficiences visuelles dues au diabète, y compris dans les pays en développement, indique M. Abramoff, qui est également professeur en ophtalmologie et ingénierie à l'Université d'Iowa.

Il fait la distinction entre « l'IA à impact » en médecine et « l'IA glamour », à savoir les produits qui font des unes tapageuses, mais qui n'ont pas encore prouvé leurs bienfaits.

« Nous aimons ce que l'on appelle l'IA à impact, qui a montré qu'elle aidait à améliorer la santé, indique M. Abramoff. En tant qu'ingénieur, j'adore la technologie, mais il ne faut pas y consacrer

trop d'argent si elle n'améliore pas les résultats. »

De plus, la vigilance est de mise, car l'application de l'IA à la médecine peut se révéler aussi néfaste que bénéfique.

Un article publié dans *Science* en 2019 indiquait qu'un algorithme massivement utilisé par de grands systèmes de santé et des assureurs sous-estimait la gravité des pathologies de patients noirs, ce qui entraînait des refus de prise en charge. Les chercheurs et les experts en police d'assurance ont émis des inquiétudes quant au développement d'outils d'IA basés sur des données extraites présentant un biais en faveur des personnes aisées, qui sont souvent blanches et ont un bon accès aux soins de santé.

Il est essentiel d'accroître la diversité chez les patients dont les données servent à former les outils d'IA, ainsi que chez les concepteurs de ses produits, estime Jerome Singh, l'un des conseillers sollicités par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) pour les besoins de son rapport d'orientation 2021 sur l'éthique et la gouvernance de l'IA en matière de santé.

« Chez les codeurs, il faudra de la diversité raciale et culturelle, estime M. Singh. L'interprétation est très importante. La qualité de l'intelligence artificielle dépend de celle du codage.

Cette nécessité est l'un des grands défis à relever en vue du déploiement de l'IA dans la médecine à l'échelle mondiale, en particulier dans les pays du Sud, affirme M. Singh.

L'IA est peut-être encore plus nécessaire dans les pays économiquement peu développés, où le ratio soignants/patients est généralement beaucoup moins élevé que dans les régions aisées. Aux États-Unis, on recense environ 36 médecins pour 10 000 habitants, au Royaume-Uni environ 32, mais en Inde, environ 7 seulement, d'après les données de l'OMS.

Pourtant, ces pays moins aisés sont eux aussi confrontés à des difficultés s'agissant des infrastructures et des compétences nécessaires au déploiement réussi de l'IA, ajoute M. Singh. Cela se traduit par des capacités électriques et informatiques insuffisantes ainsi que par un manque de personnel capable de transposer les diagnostics générés à l'aide de l'IA en traitements efficaces.

Dans certains contextes, l'intégration de l'IA au système de santé « s'apparentera à un véritable sprint », explique M. Singh. « Dans d'autres, ce sera un marathon. »

L'adoption de l'IA dans la pratique médicale est inévitable à ce stade, considère Partha Majumder, coprésident d'un groupe d'experts qui a dispensé des recommandations dans le cadre du rapport 2021 de l'OMS.

« Il faut accepter cette réalité. Des garde-fous doivent être installés de manière à éviter les prédictions et diagnostics inappropriés. C'est tout ce que nous pouvons faire. Nous ne pouvons pas freiner le déploiement des méthodes basées sur l'IA. »

Partout dans le monde, les organes de réglementation et les décideurs s'attachent à trouver des moyens de veiller à ce que l'application de l'IA aux soins de santé allie sécurité et efficacité. L'essentiel de ce travail consiste à corriger les biais constatés dans le développement et l'apprentissage des algorithmes.

En octobre, l'OMS a publié un nouveau rapport consacré aux difficultés de la réglementation de l'IA dans le milieu médical. Elle y a exprimé ses inquiétudes quant au rapide déploiement des outils issus des grands modèles de langage, parmi lesquels les agents conversationnels, sans que l'on sache vraiment si ces programmes vont aider les patients ou leur porter tort. Dans un rapport publié l'an dernier, le Parlement européen a fait état d'inquiétudes s'agissant du manque de transparence et de confidentialité, et de questions de sécurité. La FDA s'efforce d'affiner sa stratégie de réglementation de l'IA dans les produits médicaux au moyen de recommandations officielles. Ces dernières montrent aux sociétés les éléments tangibles qu'elles devront produire pour obtenir l'agrément de la FDA.

L'IA peut éliminer nombre des frustrantes embûches qui entravent depuis longtemps la recherche pharmaceutique, estime Tala Fakhouri, directrice associée de l'analyse des politiques au Center for Drug Evaluation and Research Office of Medical Policy de la FDA. Il est désormais plus facile de comprendre dès les premiers stades comment les composants vont agir dans l'organisme, ce qui réduit la probabilité d'effets secondaires qui surgissent souvent dans les phases ultérieures des tests. Avec l'IA, les chercheurs peuvent désormais analyser rapidement les informations sur des médicaments expérimentaux dont la synthèse aurait pris des années par le passé, indique-t-elle.

« Les efficacités générées au stade de la découverte sont exponentielles. Nous allons voir des tas de nouvelles choses arriver bientôt sur le marché », annonce T. Fakhouri.

**KERRY DOOLEY YOUNG** est une journaliste indépendante spécialisée dans le domaine de la santé.



Test sur prototype de drone fait maison avec une fausse grenade propulsée par RPG-7 dans un champ aux alentours de Kiev (Ukraine).

## Une nouvelle forme de guerre

L'IA accélère la mutation des modalités de l'affrontement guerrier, et les décideurs sont engagés dans une course poursuite.

Jeremy Wagstaff

**LA GUERRE EN UKRAINE**, devenue un laboratoire pour les nouvelles technologies, prouve que l'intelligence artificielle (IA) peut être utilisée très efficacement. Mais elle met aussi en exergue des failles dans la façon dont les États et le secteur militaire adoptent, déploient et contrôlent les technologies fondées sur l'IA.

L'IA a été appliquée de diverses manières lors de la guerre en Ukraine. Utilisée pour les grands choix stratégiques, comme l'action en temps réel ou les derniers renseignements au niveau local, mais aussi pour des tâches plus prosaïques, comme l'anticipation de soucis logistiques, l'IA a une quatrième application : la guerre de l'information. Il s'agit de « façonner la manière dont fonctionne la construction narrative », écrit Matthew Ford, maître de conférences à la l'école supérieure de la défense nationale suédoise (Stockholm), coauteur de *Radical War: Data, Attention and Control in the 21st Century*, ouvrage consacré à l'explosion numérique sur les théâtres de conflits.

L'IA peut aider les armées à surveiller les mouvements ennemis et à larguer des explosifs à distance et de façon autonome, mais elle a aussi accéléré des mutations dans les modalités de l'affrontement. Les armées sont promptes à modifier leurs tactiques, leurs techniques et leurs procédures, soit pour exploiter les nouvelles technologies, soit pour en atténuer les répercussions.

Le moindre temps de retard peut être exploité. L'Ukraine a ainsi développé un logiciel de traduction et de reconnaissance vocale basé sur l'IA pour surveiller les conversations non cryptées de soldats et pilotes russes, puis en extraire des renseignements exploitables. En cas de contre-mesures, chaque camp doit repenser et améliorer ses technologies au plus vite. Quand la Russie a introduit le brouillage pour contrer les drones de combat ukrainiens, les programmeurs de Kiev ont utilisé l'IA pour créer un outil permettant aux drones de déjouer le brouillage et de rester verrouillés sur leurs cibles.

### DRONES AUTONOMES

Cette course à l'armement technologique s'écarte considérablement du déploiement de l'IA envisagé par de nombreux stratégies militaires. Certes, les principes sur lesquels reposent les drones n'ont pas fondamentalement changé depuis les années 90. Mais, en Ukraine, l'éventail des appareils et de leurs capacités évolue rapidement, grâce notamment à l'intégration des progrès perpétuels de l'IA. Si le Bayraktar TB2 fabriqué en Turquie a été essentiel dans la défense au début de l'invasion de 2022, il a perdu de son utilité lorsque la Russie a perfectionné sa défense aérienne et ses capacités dans la guerre électronique.

Lorsque les lignes de front se sont figées dans les mois suivants, l'Ukraine a demandé à ses fabricants de drones de s'adapter. Cela s'est traduit par une succession d'appareils modernisés et variés. En septembre, Kiev a approuvé le déploiement des drones Saker Scout. Développés en Ukraine, ils détectent des cibles ennemies qui échappent souvent à l'œil humain, même sous des camouflages.

Cet accent mis sur la rapidité d'évolution a contribué à modifier les raisonnements des stratégies militaires, estime Lauren Kahn, analyste de recherche principale au Center for Security and Emerging Technology (CSET) de l'Université de Georgetown. Malgré l'enthousiasme suscité par l'IA dans les sphères militaires depuis 2021, les exemples pratiques étaient tirés d'hypothèses ou de projets. « Cela a changé après l'Ukraine », indique-t-elle. L'IA n'est plus une case à cocher, mais elle soulève toute une série de questions quant à son utilité : données, connaissance de son camp et de l'adversaire, procédures de test et d'évaluation. Selon elle, « personne

n'aurait imaginé » la créativité de l'Ukraine dans le développement de la technologie des drones.

### DONNÉES

Cette guerre souligne l'importance des données (le carburant de l'IA), mais elle suscite aussi des questions inquiétantes pour les décideurs et les planificateurs. L'Ukraine a vite compris la mutation de ce qui constitue des données. Elle a rapidement reconfiguré une application publique permettant de déclarer ses revenus, mais aussi de téléverser photos, vidéos ou autres renseignements sur les troupes russes sur une base de données tenue par l'armée.

Elle a combiné des images satellites disponibles sur le marché avec des données confidentielles issues de ses alliés, du piratage de caméras de surveillance russes et de sa propre flotte de drones. Mais, pour rendre ces données exploitables, Kiev a dû faire appel à des sociétés privées, notamment Palantir. L'implication de l'entreprise américaine de mégadonnées a élargi le rôle d'une société privée dans le traitement de données sensibles, notamment en temps de guerre. Son directeur général, Alex Karp, a déclaré que sa société est responsable de la plupart des opérations de ciblage en Ukraine. « Ils fournissent un service quasi-complet, qui est extrêmement précieux », estime Laura Kahn.

En revanche, la question des implications n'a pas été abordée, tout du moins publiquement. D'après Matthew Ford, les sociétés privées vont jouer un rôle capital, car elles sont les seules capables de développer une IA exploitable par les forces armées. Mais, « une fois lancée, où va-t-elle ensuite ? Comment va-t-elle être contrôlée, façonnée ou dirigée ? », interroge-t-il.

### LE CHAMP DE BATAILLE NUMÉRIQUE

La guerre a introduit un autre aspect de l'IA et des données. « La guerre Ukraine-Russie est la plus documentée de l'histoire », rappelle Andrew Hoskins, professeur en sécurité mondiale à l'Université de Glasgow et coauteur de *Radical War*. Réseau social utilisé par trois quarts des Ukrainiens et plus d'un tiers des Russes pour partager des témoignages photos et vidéos directs de la guerre, Telegram « est le front numérique de cette guerre ».

Ces informations sont non seulement téléversées vers les serveurs de l'armée et des renseignements, mais également vers des ONG et des enquêteurs qui les analysent en vue de futurs procès pour crimes de guerre. L'IA améliore aussi ce qui peut être vu et extrait, ajoute A. Hoskins. En appliquant l'IA à ces archives, « on trouve des choses vraiment inattendues ». **F&D**

**JEREMY WAGSTAFF** est consultant en technologie et médias après avoir été journaliste à la BBC, chez Reuters et au Wall Street Journal.

# LEXIQUE DE L'IA

## Intelligence artificielle (IA)

Domaine de la science informatique qui consiste à développer des systèmes pour imiter le comportement humain et démontrer l'intelligence des machines.

## Biais

Phénomène qui se produit lorsqu'un système d'IA produit des résultats systématiquement injustes ou imprécis en raison d'hypothèses ou de présuppositions erronées dans le processus d'apprentissage automatique. Ces biais peuvent entraîner des répercussions négatives sur les individus et la société (discrimination, désinformation ou perte de confiance, par exemple). Il en existe différents types et ils ont différentes sources (biais dans les données, biais algorithmiques, partis pris humains et partis pris sociétaux).

## Apprentissage profond

Sous-domaine de l'apprentissage automatique utilisant de grands réseaux profonds de neurones (artificiels) à plusieurs couches qui calculent des représentations continues (en nombres réels), à la manière des neurones organisés hiérarchiquement dans le cerveau humain. Il est très efficace lorsqu'il s'appuie sur des données déstructurées comme les images, le texte et l'audio.

## Peaufinage

---

Procédé consistant à adapter un modèle fondateur préentraîné pour effectuer une tâche spécifique plus efficacement. La période d'entraînement est relativement courte, car elle porte sur un jeu de données annotées, bien plus réduit que celui sur lequel le modèle a été entraîné initialement. Cette formation supplémentaire permet au modèle de s'enrichir et de s'adapter aux nuances, à la terminologie et aux formes spécifiques.

## IA générative

---

Forme d'apprentissage automatique dans laquelle une plateforme d'IA peut générer de nouveaux contenus en réponse à des requêtes basées sur des données sur lesquelles elle a été entraînée.

## Hallucination

---

Phénomène par lequel un système d'IA produit des résultats qui ne sont pas fondés sur la réalité ou le contexte donné. Par exemple, un agent conversationnel peut inventer des faits ou des histoires, ou un système de reconnaissance d'images peut voir des objets ou des formes qui n'existent pas.

## Grand modèle de langage

---

Réseau de neurones formé sur un large volume de texte pour imiter le langage humain. Cette catégorie de modèles fondateurs peut traiter d'énormes volumes de texte déstructuré et apprendre les relations entre les mots ou les morceaux de mots, appelés jetons. Cela lui permet de générer du texte en langage naturel pour effectuer des tâches telles que la synthèse ou l'extraction de connaissances. GPT-4 (modèle de ChatGPT) et LaMDA (modèle qui sous-tend Bard) sont des exemples de grands modèles de langage.

## Apprentissage automatique

---

Étude de la façon dont l'IA acquiert des connaissances à partir des données d'entraînement. Dans ce sous-ensemble de l'IA, un modèle acquiert des capacités et améliore sa perception, ses connaissances, son raisonnement ou ses actions après avoir été entraîné sur de nombreux points de données ou y avoir été exposé. Les algorithmes d'apprentissage automatique détectent les formes et apprennent à formuler des prédictions ou des recommandations en traitant des données et des expériences. De cette manière, le système apprend à fournir du contenu précis au fil du temps.

## Réseau de neurones artificiels

---

Modèle de calcul inspiré de la structure et de la fonction des neurones biologiques.

## Ingénierie de requête

---

Technique utilisée dans l'IA pour optimiser et peaufiner des modèles de langage pour des tâches particulières et des résultats escomptés. Aussi appelée construction de requête, cette notion désigne la construction soigneuse de requêtes ou données en entrée pour les modèles d'IA afin d'en améliorer les performances sur des tâches spécifiques.

## Requêtes

---

Instructions données à un système d'IA utilisant le langage naturel et non le langage informatique. Par exemple, la requête peut consister à demander à l'IA générative de créer du contenu d'apparence novateur ou intéressant.

## Apprentissage supervisé

---

Type d'apprentissage automatique qui utilise des jeux de données annotées pour entraîner les algorithmes à classer les données ou à prédire les résultats. Les jeux de données annotées sont des ensembles de données auxquels des humains ont ajouté une annotation ou une catégorie.

## Apprentissage non supervisé

---

Type d'apprentissage automatique dans lequel les algorithmes apprennent des formes à partir de données non annotées, sans orientations ou observations de l'être humain.

# Chine : un chemin parsemé d'embûches

Eswar Prasad

## LA CROISSANCE RALENTIT, LES RISQUES SONT NOMBREUX, MAIS L'EFFONDREMENT ÉCONOMIQUE ET FINANCIER PEUT ÊTRE ÉVITÉ

L'économie chinoise a brillé au cours des trois dernières décennies, connaissant une croissance invariablement forte et remarquable qui a permis à la Chine de passer du statut de pays à faible revenu à celui de pays à revenu intermédiaire de la tranche supérieure. Mesuré aux taux de change du marché, le PIB de la Chine s'élevait à 18 300 milliards de dollars en 2022, représentant 73% du PIB des États-Unis, soit 10 fois plus qu'en 1990 (où il était de 7%). À l'heure actuelle, le revenu par habitant de la Chine est d'environ 13 000 dollars, soit environ 17% de celui des États-Unis, contre moins de 2% en 1990. Au cours des 15 dernières années, la Chine a été la locomotive de la croissance économique mondiale, représentant 35% de l'augmentation du PIB nominal mondial, contre 27% pour les États-Unis.

La Chine a obtenu de tels résultats malgré l'absence de nombreux éléments que les économistes jugent essentiels à la croissance, tels qu'un système financier fonctionnel, un cadre institutionnel solide, une économie de marché et un système de gouvernement démocratique et ouvert. Avant d'être secouée par la pandémie de COVID-19, l'économie chinoise est apparemment sortie indemne de plusieurs périodes de turbulences nationales et mondiales.

Toutefois, les détracteurs de la Chine prédisent depuis longtemps un effondrement imminent de son économie, soulignant de nombreuses fragilités. La croissance du pays a été alimentée par des investissements en capital matériel, en particulier dans l'immobilier, financés par un système bancaire

inefficient. Au vu d'une dette intérieure élevée qui ne cesse de croître, d'un marché immobilier qui se désagrège et d'une main-d'œuvre qui se raréfie, certains analystes estiment que l'heure de vérité a fini par sonner.

Leur interprétation est probablement erronée. Des réformes déséquilibrées qui ont maintenu la faiblesse de la structure institutionnelle, l'attitude contradictoire à l'égard du rôle du marché par rapport à celui de l'État et les tensions observées sur les marchés financier et immobilier pourraient se traduire par une forte volatilité dans les années à venir. Mais rien de tout cela ne signifie qu'un effondrement financier ou économique est inéluctable.

### Les sources de croissance

La vigueur de l'économie chinoise a essentiellement reposé sur la croissance des investissements financés par un système bancaire inefficace. Cette tendance s'est intensifiée après la crise financière mondiale de 2008. L'augmentation des investissements a généré environ les deux tiers de la croissance du PIB en 2009-10. La Chine étant un pays riche en main-d'œuvre dont le ratio capital/main-d'œuvre est bien inférieur à celui des pays avancés, il est probablement préférable d'investir davantage plutôt que moins. Cependant, une grande partie des investissements a été réalisée par le secteur public plutôt que par le secteur non gouvernemental. Ce n'est pas un problème en soi. L'investissement dans les entreprises privées, en particulier les plus



petites, peut être beaucoup plus risqué que dans les grandes entreprises d'État. En revanche, le rendement des investissements dans les entreprises d'État chinoises, qui, collectivement, obtiennent une part disproportionnée des crédits bancaires, n'a généralement pas été élevé.

Reconnaissant que son modèle de croissance a été inefficace et financièrement risqué, le gouvernement chinois s'est fixé pour objectif de rééquilibrer l'économie. À cette fin, il juge nécessaire :

- de réduire la dépendance à l'égard d'une croissance fondée sur l'investissement et de faire en sorte que la croissance du PIB repose principalement sur la consommation des ménages ;
- que la croissance soit davantage tirée par les services que par la fabrication exigeant peu de qualifications et faiblement rémunérée ;
- de se détourner de la croissance à forte intensité de capital matériel afin d'accélérer la croissance de l'emploi.

Ces dernières années, la consommation des ménages est en fait devenue le principal moteur de la croissance. Les services représentent actuellement plus de la moitié du PIB annuel et près de la moitié de l'emploi global.

Ainsi, malgré une trajectoire inégale, des progrès importants ont été réalisés eu égard à l'objectif de rééquilibrage de la croissance, celle-ci reposant essentiellement sur la consommation des ménages et les services supplantant la fabrication au chapitre de l'importance des investissements.

## Les perspectives de croissance

Il est périlleux de se livrer à des pronostics sur les perspectives de croissance de la Chine et, au mieux, les prévisionnistes peuvent utiliser la croissance des différents facteurs de production en tant que signes annonciateurs.

La population active chinoise, c'est-à-dire les personnes âgées de 15 à 64 ans, est en décroissance. D'ici à 2030, elle devrait diminuer d'environ 1 % par an. Une croissance plus forte de l'investissement pourrait, en partie, faire contrepoids, mais cette stratégie comporte de nombreux risques. Le récent ralentissement de la croissance de l'investissement non gouvernemental (la croissance de l'investissement global en immobilisations hors immobilier ayant essentiellement reposé sur l'État en 2022) indique que les entreprises privées hésitent à investir davantage lorsqu'elles considèrent que la conjoncture économique et politique est défavorable.

La productivité, c'est-à-dire la production par unité d'intrant, est donc un moteur de la croissance. Malgré toutes les inefficiences qui caractérisent son économie, la Chine a enregistré au cours des

« Au fil du temps, la dette a augmenté par rapport à la taille de l'économie, bien que le niveau d'endettement brut se rapproche de celui d'autres puissances économiques telles que les États-Unis et le Japon. »

dernières décennies une croissance moyenne de 3 % de la productivité totale des facteurs, c'est-à-dire la croissance qui ne peut être attribuée à l'augmentation des intrants tels que la main-d'œuvre et le capital, et qui constitue un indicateur général de l'efficacité. Mais la croissance annuelle de la productivité a diminué pour atteindre environ 1 % au cours des 10 dernières années. L'économie chinoise sera en perte de vitesse si la croissance de la productivité n'accélère pas.

Conscient de la nécessité d'accroître la productivité et de se détourner de la fabrication exigeant peu de qualifications, le gouvernement a récemment élaboré une politique de croissance à « double circulation », suivant laquelle la Chine poursuivra ses activités commerciales et financières à l'échelle mondiale et, à titre complémentaire, s'appuiera davantage sur la demande intérieure, l'autosuffisance technologique et l'innovation locale. Cette stratégie s'est toutefois heurtée à des difficultés. La Chine a toujours besoin des technologies étrangères pour moderniser son industrie. Or, les divergences économiques et géopolitiques croissantes avec les États-Unis et les autres pays occidentaux pourraient limiter l'accès de la Chine aux technologies et aux produits de pointe étrangers, ainsi qu'aux marchés pour ses exportations. En outre, la répression menée récemment par le gouvernement à l'encontre des entreprises privées dans des secteurs tels que la technologie, l'éducation et la santé a refroidi l'ardeur des entrepreneurs.

## Les pièges potentiels

D'aucuns craignent que l'économie de la Chine ne connaisse un effondrement similaire à celui d'autres pays asiatiques dont l'économie avait connu une croissance accélérée, tels que la Malaisie et la Thaïlande. L'endettement global de la Chine est une importante source de préoccupation depuis de nombreuses années. Au fil du temps, la dette a augmenté par rapport à la taille de l'économie, bien que le niveau d'endettement brut se rapproche de celui d'autres puissances économiques telles que

les États-Unis et le Japon. En outre, les emprunts publics en pourcentage du PIB nominal sont plus faibles en Chine que dans les autres grandes économies. Les entreprises chinoises sont très endettées, leurs dettes représentant environ 131% du PIB. Mais celles-ci sont essentiellement libellées en monnaie chinoise et détenues par des banques et des investisseurs nationaux, et sont donc moins risquées que les dettes contractées auprès d'investisseurs étrangers et libellées dans une devise comme le dollar.

Dans certains secteurs, en particulier l'immobilier, la concentration de la dette pourrait toutefois poser problème. L'investissement immobilier est devenu un rempart de l'économie, contribuant à assurer la stabilité de la croissance, alors que d'autres secteurs battent de l'aile. Les administrations locales ne demandent pas mieux que de vendre des terrains aux promoteurs en vue d'accroître les recettes publiques et d'engager diverses dépenses publiques. Par conséquent, une chute des prix de l'immobilier, ou l'émergence d'autres facteurs limitant l'activité immobilière, pourrait avoir un effet domino sur d'autres secteurs, sur la situation financière des administrations locales, et même sur la richesse des ménages.

L'exposition des ménages au secteur immobilier a engendré d'autres facteurs de vulnérabilité susceptibles de nuire à la stabilité économique et sociale. L'accès facilité aux prêts hypothécaires résidentiels, encouragé par le gouvernement, a stimulé la demande de logements et contribué à une forte augmentation de la dette des ménages, qui est passée d'environ 30% du PIB il y a 10 ans à plus de 60%. L'immobilier est également devenu un fondement de la richesse des ménages chinois. Ces derniers sont exposés de multiples façons aux fluctuations des prix de l'immobilier. La dette totale des ménages est cependant inférieure à la valeur totale de leurs dépôts bancaires.

L'augmentation de la dette en Chine ayant été principalement financée par l'épargne intérieure, le risque financier global est limité. L'État est le principal créancier et débiteur ; il est donc peu probable qu'un choc financier déclenche une crise financière ou freine complètement la croissance. Les principaux problèmes sont l'inefficacité et le gaspillage majeurs attribuables à un système déficient d'allocation du capital.

La répartition des passifs et des actifs dans l'économie est importante. À la suite de l'effondrement des prix de l'immobilier, plusieurs grands promoteurs immobiliers, notamment Country Garden et le groupe Evergrande, ont récemment été confrontés à des difficultés financières, et beaucoup d'autres promoteurs ont une exposition similaire, à laquelle s'ajoutent un endettement élevé et un bilan vulnérable. Il en va de même pour certaines des institutions financières qui leur ont avancé des fonds. Un

effondrement systémique est cependant peu probable. La plupart des grandes banques chinoises sont contrôlées par l'État et peuvent injecter des liquidités dans les entreprises en difficulté, même si cela ne fait que différer les problèmes. Il est inévitable que les efforts de libéralisation du marché de la Chine fassent parfois chou blanc, mais le gouvernement dispose de ressources et de leviers de contrôle suffisants pour éviter des krachs financiers de grande ampleur.

## Les risques externes

De nombreuses économies de marché émergentes ont souffert du niveau élevé de leur dette extérieure, en particulier lorsque celle-ci était libellée en devises, l'endettement en devises pouvant entraîner des problèmes de bilan lorsque l'économie et le taux de change d'un pays se détériorent simultanément. Or, d'après des estimations, la dette extérieure de la Chine ne représente que 16% du PIB, et moins de la moitié de cette dette est libellée en devises.

L'incertitude économique et politique fait néanmoins craindre un exode des capitaux, qui pourrait entraîner un effondrement du système financier et de la monnaie. Ce scénario est toutefois peu probable, car le système bancaire est essentiellement constitué de banques d'État, et le gouvernement garantirait probablement tous les dépôts en cas de panique financière. De plus, comme le gouvernement contrôle directement une grande partie du système bancaire, il peut empêcher les fuites massives de capitaux.

Des réformes ont été menées ces dernières années, mais nombre d'entre elles portaient sur le secteur financier et les marchés de capitaux, et peu ont visé d'autres domaines tels que les entreprises d'État et le cadre institutionnel. Ce déséquilibre présente un risque.

Le gouvernement semble avoir compris la nécessité de réformer et de libéraliser le secteur financier afin de favoriser une meilleure répartition des ressources. Pour remédier aux déficiences du système financier, il ne suffit pas de gérer les risques et d'éviter les catastrophes ; il convient aussi d'allouer des capitaux aux secteurs de l'économie qui sont les plus productifs et les plus dynamiques, et qui créent le plus d'emplois. Le système financier chinois est encore dominé par les banques, dont les portefeuilles de prêts sont concentrés dans le secteur des entreprises d'État. Pour redresser le système bancaire, il faut reconnaître les créances douteuses et en expurger les bilans des banques, ainsi que réformer les entreprises d'État, notamment en les affranchissant de leur dépendance envers les crédits bancaires.

Ces dernières années, face aux épisodes de volatilité sur le marché de l'immobilier résidentiel et à la bourse, le gouvernement a souvent tenté, de façon contradictoire, de concilier deux objectifs : préserver

la confiance dans le marché et permettre à ce dernier de s'autodiscipliner, ce qui a eu pour effet pervers d'accentuer les turbulences sur le marché. Cette intermittence des interventions a parfois insufflé une forte dose d'incertitude qui s'est ajoutée à l'humeur déjà fragile des investisseurs et qui a accru la volatilité du marché.

En outre, les réformes axées sur le marché peuvent avoir un effet contraire à l'effet escompté en augmentant la volatilité et les risques en l'absence de vastes réformes. La Chine doit faire montre d'une plus grande transparence dans l'élaboration de ses politiques, améliorer la gouvernance d'entreprise et les normes comptables, et accroître l'indépendance opérationnelle de la banque centrale et des autorités de réglementation en complément de sa réforme du secteur financier et des autres réformes axées sur le marché.

Le gouvernement a encouragé à juste titre le développement des marchés des actions et des obligations de société, mais n'a guère amélioré la gouvernance des entreprises chinoises et les normes de comptabilité et d'audit qu'elles doivent respecter. L'opacité qui en résulte a contribué aux importantes fluctuations observées sur les marchés boursier et obligataire, les investisseurs disposant d'informations limitées sur les entreprises dans lesquelles ils investissent, ce qui les conduit à suivre et à exacerber les soubresauts des marchés.

Pour le gouvernement, il est difficile de concilier les deux penchants contradictoires qui l'animent : laisser davantage de liberté aux acteurs des marchés, mais intervenir avec vigueur pour maintenir « la stabilité et l'ordre ». La mise en œuvre de réformes, même bien intentionnées, dans une économie caractérisée par une inefficience généralisée, comporte des risques transitionnels qui pourraient se traduire par une volatilité financière et économique, en particulier si le gouvernement ne communique pas clairement ses intentions et laisse les ménages et les entreprises dans l'incertitude. Jusqu'à présent, le gouvernement a disposé de ressources et d'une marge de manœuvre suffisantes pour faire face à certains de ces risques transitionnels, mais ses actions et ses tentatives d'intervention directe sur les marchés dans les moments

**« Pour le gouvernement, il est difficile de concilier les deux penchants contradictoires qui l'animent : laisser davantage de liberté aux acteurs des marchés, mais intervenir avec vigueur pour maintenir « la stabilité et l'ordre. »**

difficiles pourraient exacerber les problèmes et avoir des conséquences à long terme.

### **Ce que l'avenir réserve à la Chine**

Le gouvernement chinois a démontré une incroyable capacité à gérer les graves tensions économiques et financières engendrées par son modèle de croissance hautement inefficent et risqué. À plusieurs reprises, il a tenu la barre de l'économie de manière à empêcher que ne se concrétisent des perspectives en apparence inévitables : crise bancaire, forte dévaluation monétaire, et effondrement du marché immobilier et de l'économie.

Les mesures grâce auxquelles ces écueils ont pu être évités de justesse ont toutefois eu des conséquences : augmentation colossale de la dette intérieure, diminution de 1 000 milliards de dollars des réserves de change en 2015-16, et forte volatilité de la valeur des actions, des biens immobiliers et d'autres actifs.

Le gouvernement est désormais confronté à un certain nombre de dilemmes : comment continuer à réduire la dette sans freiner la croissance, comment réduire la production énergivore alors que l'économie continue à reposer sur l'industrie lourde, comment faire en sorte que les marchés exercent une discipline financière alors que le gouvernement tente de renforcer le contrôle étatique, comment réduire les inégalités de richesse tout en s'appuyant sur le secteur privé pour générer davantage de richesse, comment encourager l'innovation dans le secteur privé tout en réduisant la taille des entreprises privées prospères.

Les efforts déployés par le gouvernement pour concilier ces tendances intrinsèquement contradictoires sous le couvert d'un socialisme de marché conduiront inévitablement à de nouveaux faux pas et accidents. Son approche, bien que motivée par les bons objectifs, pourrait susciter davantage d'incertitude et de volatilité à court terme, ce qui pourrait affaiblir l'appui de la population aux réformes dont le pays a grand besoin pour stimuler la productivité et la croissance à long terme.

Les fondements de la croissance chinoise semblent fragiles d'un point de vue historique et analytique. Même si aucune crise ne survient, une situation démographique défavorable, des niveaux d'endettement élevés et un système financier inefficent limiteront la croissance de la Chine. Cependant, si le gouvernement joue bien ses cartes, un avenir plus clément pour l'économie chinoise, avec en toile de fond une croissance modérée plus durable d'un point de vue économique, social et environnemental, est tout aussi plausible. **F&D**

**ESWAR PRASAD** enseigne à la Dyson School de l'Université Cornell, et il est associé principal à la Brookings Institution et auteur de l'ouvrage *The Future of Money*.

# Inflation : les enseignements du passé



Queue pour les bons d'essence à la poste de Hanover Street à Liverpool, au Royaume-Uni, le 29 novembre 1973.

## UNE ÉTUDE DE 100 CHOCS INFLATIONNISTES ENREGISTRÉS DEPUIS LES ANNÉES 70 FOURNIT DE PRÉCIEUX INDICATEURS AUX DÉCIDEURS

Anil Ari et Lev Ratnovski

**A**u début des années 70, le conflit au Moyen-Orient a déclenché une envolée des cours du pétrole et une poussée d'inflation que les banques centrales du monde entier ont eu du mal à maîtriser. Au bout d'un an environ, les cours se sont stabilisés et l'inflation a commencé à se replier. Croyant avoir restauré la stabilité des prix, de nombreux pays ont desserré la vis pour relancer leurs économies frappées par la récession, mais ont vu l'inflation refaire surface. L'histoire pourrait-elle repasser les plats ?

Lorsque l'invasion de l'Ukraine par la Russie en 2022 a provoqué un choc sur les termes de l'échange similaire à celui des années 70, l'inflation mondiale a atteint des niveaux records. Les perturbations de l'approvisionnement en pétrole et en gaz russes ont entraîné les prix vers le haut en se greffant aux problèmes de la chaîne d'approvisionnement liés à la COVID. Dans les pays avancés, la hausse des prix a été la plus rapide depuis 1984. Dans les pays émergents et les pays en développement, elle a été la plus importante depuis les années 90.

Sous l'effet de la plus forte hausse des taux d'intérêt enregistrée en une génération, l'inflation a enfin commencé à s'estomper. Aux États-Unis et dans la plupart des pays européens, l'inflation globale a diminué d'environ 10% l'an dernier à moins de 5% aujourd'hui. Le dernier conflit au Moyen-Orient n'a pas eu de grosses répercussions sur les cours du pétrole, pour l'instant en tout cas, mais, pour les décideurs, il est encore trop tôt pour fêter la victoire sur l'inflation.

Notre récente étude sur plus de 100 chocs inflationnistes répertoriés depuis les années 70 invite à la prudence pour deux raisons.

Premièrement, l'histoire nous a montré que l'inflation est tenace. Il faut des années pour la « résoudre » en la ramenant à son taux d'avant-choc. Dans notre étude, 40 % des pays ne sont pas parvenus à absorber des chocs inflationnistes même au bout de cinq ans. Les 60 % restants ont mis trois ans en moyenne à retrouver les taux d'inflation d'avant-choc (graphique 1).

Deuxièmement, certains pays ont eu tendance à fêter leur victoire contre l'inflation et à assouplir leur politique monétaire prématurément après une baisse initiale des pressions sur les prix. Un mauvais choix, car l'inflation a vite fait son retour. Le Danemark, les États-Unis, la France et la Grèce font partie des près de 30 pays de notre échantillon à avoir assoupli leur politique monétaire trop tôt après le choc pétrolier de 1973 (graphique 2). De fait, pratiquement tous les pays de notre analyse (90 %) qui n'ont pas résolu l'inflation ont vu la hausse des prix ralentir nettement au cours des premières années ayant suivi le choc initial, avant de renchérir ou de se bloquer plus rapidement.

Les dirigeants actuels ne doivent pas reproduire les erreurs de leurs prédécesseurs. Les banques centrales ont raison quand elles préviennent que la lutte contre l'inflation est loin d'être gagnée, même si les derniers chiffres laissent apparaître une modération bienvenue des pressions sur les prix.

### Cohérence et crédibilité

Alors comment répondre à l'inflation persistante ? Là encore, le passé est riche en enseignements. Les pays de notre étude qui ont réussi à vaincre l'inflation ont davantage raffermi leurs politiques macroéconomiques à la suite du choc inflationniste et, c'est important, ils ont maintenu cette rigueur sur plusieurs années. C'est le cas, par exemple, de l'Italie et du Japon, qui ont adopté des orientations plus fermes pendant plus longtemps à la suite du choc sur les cours du pétrole de 1979. En revanche, ceux qui ont échoué avaient adopté des politiques plus laxistes et étaient davantage susceptibles d'alterner les cycles de resserrement et d'assouplissement.

La crédibilité a aussi son importance. Les pays où les attentes en matière d'inflation étaient plus fermement ancrées ou dans lesquels les banques centrales avaient déjà su maintenir une inflation faible et stable par le passé ont été plus susceptibles de vaincre l'inflation.

Cette constatation reconfortera les dirigeants actuels. Dans de nombreux pays, les banques centrales pourraient avoir moins de mal à vaincre l'inflation cette fois-ci grâce à la crédibilité acquise au fil de plusieurs décennies de bonne gestion macroéconomique. Maintenant que les mesures appropriées sont en place, les pays pourraient remédier aux pressions inflationnistes plus vite que par le passé.

Mais cela ne sera pas facile. Il faut notamment accorder une attention particulière aux conditions

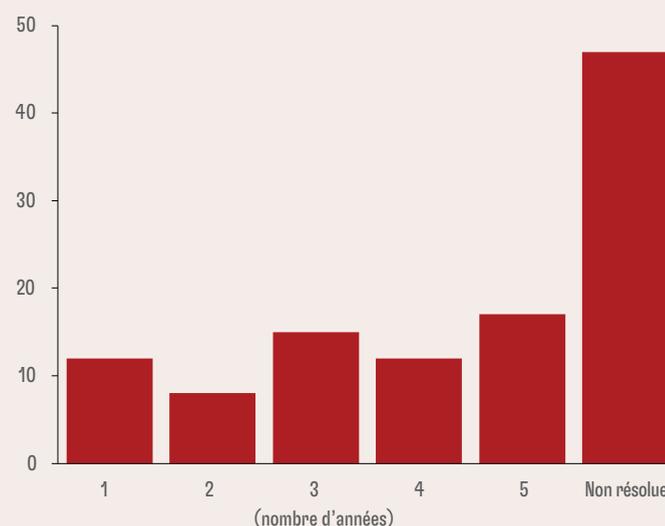
#### GRAPHIQUE 1

## Le long combat contre l'inflation

De nombreux pays ne parviennent pas à vaincre l'inflation.

**Nombre d'années jusqu'à ce que l'inflation retombe à 1 point de pourcentage en deçà de son taux d'avant-choc**

(nombre d'épisodes)



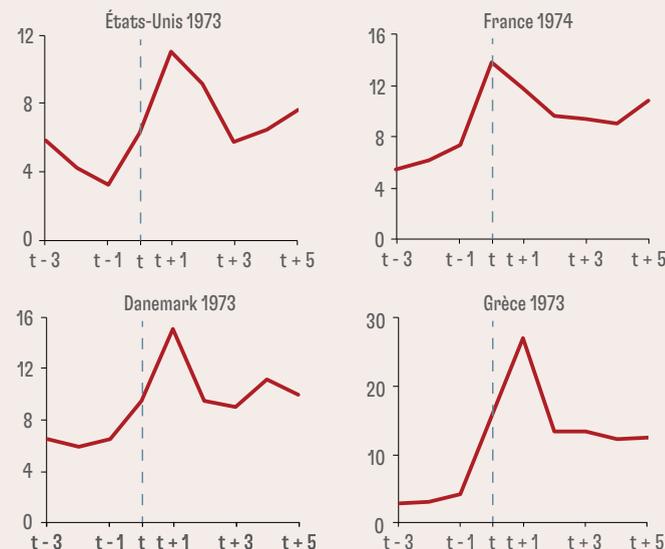
SOURCE : calculs des services du FMI.

#### GRAPHIQUE 2

## Ils se sont réjouis trop vite

L'inflation ralentit souvent après un premier choc avant de renchérir ou de se bloquer plus rapidement.

(inflation des prix à la consommation, en pourcentage)



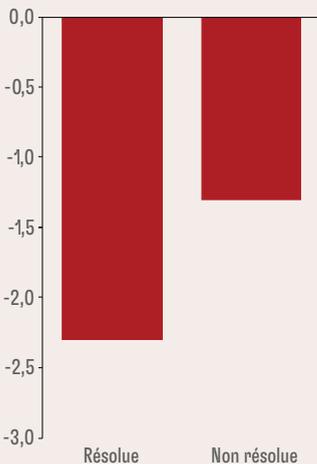
SOURCE : FMI, *Perspectives de l'économie mondiale*.

## GRAPHIQUE 3

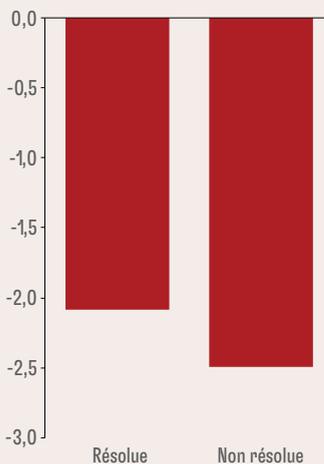
## Bienfaits durables sur la croissance

Les pays éradiquant l'inflation ont une meilleure croissance cinq ans après que ceux l'ayant laissée traîner.

Variation de la croissance du PIB réel à horizon deux ans (points de pourcentage)



Variation de la croissance du PIB réel à horizon cinq ans (points de pourcentage)



SOURCE : calculs des services du FMI.

sur le marché du travail. Dans de nombreux pays, les salaires réels corrigés des effets de l'inflation ont diminué, et il faudra peut-être les augmenter pour rattraper la hausse des prix. Cependant, une hausse des salaires trop prononcée pourrait alimenter l'inflation, avec pour conséquence de dangereuses boucles prix-salaires.

Les données montrent que les pays qui ont résolu l'inflation présentaient généralement des hausses des salaires nominaux moins fortes. Plus important, cela ne s'est pas traduit par une baisse des salaires réels ou du pouvoir d'achat puisque la hausse moins marquée des salaires nominaux s'accompagnait d'une hausse des prix moins forte. Pour les décideurs, il s'agit donc de s'attacher aux salaires réels, et non aux salaires nominaux, pour répondre aux évolutions du marché du travail.

Les pays qui ont vaincu l'inflation ont également été plus performants dans le maintien de la stabilité extérieure. Les monnaies à taux de change flottant ont été moins exposées aux dépréciations brutales, et les ancrages ont été davantage susceptibles d'être maintenus. N'y voyez pas un appel à l'intervention monétaire. En revanche, il convient de souligner que la réussite des pays dans leur combat contre l'inflation (grâce à une politique monétaire plus rigoureuse et à une meilleure crédibilité) a été essentielle dans la consolidation de leurs taux de change.

## La récompense au bout

Lutter contre l'inflation n'est pas aisé, mais il faut reconnaître les bienfaits de la stabilité des prix. Historiquement, les pays qui ont vaincu l'inflation présentaient une croissance économique plus faible à court terme que ceux qui ont échoué. Mais cette relation s'est inversée avec la croissance à moyen et à long terme. Cinq ans après le choc inflationniste, les pays qui ont résolu l'inflation affichaient une croissance plus élevée et un chômage inférieur par rapport à ceux qui ont laissé l'inflation persister.

Il y a une logique économique derrière cette constatation. Il faut faire un arbitrage entre, d'un côté, réduire l'inflation et, de l'autre, accélérer la croissance et réduire le chômage. Mais cet arbitrage est temporaire : une fois l'inflation maîtrisée, la croissance et la création d'emplois reprennent.

En revanche, en ne traitant pas l'inflation, les pays paient la facture sous forme d'instabilité et d'inefficacité macroéconomiques. Plus l'inflation élevée persiste, plus la facture s'alourdit. À moyen et à long terme, une inflation non solutionnée ou perpétuellement élevée se traduit par des pertes cumulées en termes de bien-être (graphique 3). Les pays qui laissent l'inflation s'installer le paient au prix fort.

En première ligne de la lutte contre l'inflation, les banques centrales devraient être particulièrement attentives à ces enseignements, mais les pouvoirs publics ne doivent pas leur rendre la tâche encore plus ardue en accentuant la pression sur les prix avec une politique de finances publiques laxiste. Pour faire en sorte que l'appui budgétaire apporté en temps de crise du coût de la vie ait moins de répercussions sur l'inflation, il convient de le cibler sur les plus vulnérables, là où il sera le plus efficace à soulager la souffrance.

Le passé n'est jamais le meilleur conseiller pour le présent, car deux crises ne sont jamais identiques. Malgré tout, l'histoire apporte des enseignements précis aux dirigeants actuels. La lutte contre l'inflation est un marathon, pas un sprint. Il convient de persévérer, d'être crédible et cohérent dans ses mesures, et de ne jamais perdre de vue la récompense d'une inflation vigoureusement ramenée à sa cible : la stabilité macroéconomique et une croissance plus robuste. Si l'on se fie au passé, la récente décrue de l'inflation devrait être transitoire. Les décideurs seraient bien avisés de ne pas crier victoire trop tôt. **F&D**

**ANIL ARI** et **LEV RATNOVSKI** sont économistes au département de la stratégie, des politiques et de l'évaluation et au département Europe, respectivement.

Cet article est inspiré du document de travail du FMI 2023/190, « One Hundred Inflation Shocks: Seven Stylized Facts », d'Anil Ari, Carlos Mulas-Granados, Victor Mylonas, Lev Ratnovski et Wei Zhao.

# Une transition stratégique

Christopher Evans, Marika Santoro et Martin Stuermer

## UNE FRAGMENTATION DES MARCHÉS DES MINÉRAUX STRATÉGIQUES RALENTIRAIT LA TRANSITION VERS LES ÉNERGIES PROPRES

Une course entre puissances rivales pour s'approvisionner en minéraux stratégiques pourrait accentuer les pressions sur les prix et augmenter les coûts de la transition climatique. Plus généralement, les nouvelles restrictions commerciales sur les marchés des produits de base ont doublé depuis l'invasion de l'Ukraine par la Russie, avec les limites imposées par les producteurs aux expéditions. Les minéraux critiques utilisés dans la fabrication de tous les produits, depuis les véhicules électriques jusqu'aux panneaux solaires et aux éoliennes, sont très sensibles à une intensification des restrictions commerciales. Si le monde glisse vers une rivalité entre blocs commerciaux, la transition énergétique pourrait être considérablement retardée.

Même sans les complications ajoutées par les contrôles des exportations pour des raisons géopolitiques, les pays auront besoin de stocks sans précédent de minéraux critiques pour faire face aux pires effets du changement climatique et parvenir au niveau de zéro émission nette. L'Agence internationale de l'énergie prévoit que la demande de cuivre devra être multipliée par 1,5, celle de nickel et de cobalt par deux et celle de lithium par six d'ici à 2030 (graphique 1). En conséquence, ces minéraux vont

Vue aérienne des marais salants du Bristol Dry Lake, en Californie.

voir leurs prix monter en flèche et pourraient devenir aussi vitaux que le pétrole brut pour l'économie mondiale au cours des 20 prochaines années (Boer, Pescatori et Stuermer, à paraître).

Pourquoi les marchés des minéraux critiques sont-ils particulièrement vulnérables en cas de fragmentation ? Et quelles pourraient être les conséquences sur la transition énergétique ?

### Extrême vulnérabilité

Les minéraux tels que le cuivre, le nickel, le cobalt et le lithium sont des intrants essentiels à la transition énergétique. Ils sont utilisés dans les véhicules électriques, les batteries et les câbles électriques, ainsi que dans les technologies des énergies renouvelables telles que les panneaux solaires et les éoliennes. Un ensemble typique de batteries de véhicule électrique, par exemple, nécessite environ 8 kilogrammes de lithium, 35 kilogrammes de nickel et 14 kilogrammes de cobalt. Les stations de recharge ont besoin de quantités considérables de cuivre.

Ces minéraux critiques sont extrêmement vulnérables en cas de perturbations des échanges, car leur production est très concentrée au niveau mondial : les deux tiers du cobalt mondial sont extraits dans la seule République démocratique du Congo, et les



trois premiers producteurs de nickel et de lithium contrôlent plus de 60% de l'offre. À titre de comparaison, la production de pétrole brut est beaucoup plus diversifiée (graphique 2).

Cette conjugaison d'une concentration de l'offre et d'un éclatement de la demande a donné lieu à des échanges de produits de base de grande ampleur. Nombre de pays sont très tributaires des importations en provenance d'un petit nombre de fournisseurs. Pour compliquer la situation, la production minière peut être difficile à relocaliser. Même lorsqu'il existe des gisements, il faut du temps et des investissements coûteux pour extraire les produits du sol. Les minéraux sont souvent difficiles à remplacer. Le lithium, par exemple, est primordial pour de nombreuses batteries de véhicules électriques. En conséquence, lorsque les prix augmentent face à une pénurie, la demande ne réagit que lentement.

En raison de ce triplé de forte concentration de la production et de faible réactivité de l'offre et de la demande, les minéraux critiques pour la transition énergétique sont très vulnérables en cas de restrictions au commerce.

### Transition retardée

Quel serait l'effet d'une fragmentation plus prononcée des marchés des minéraux critiques sur la transition énergétique ? À titre d'illustration, une équipe de chercheurs du FMI a divisé les marchés de quatre minéraux stratégiques en deux blocs hypothétiques refusant de commercer entre eux, sur le modèle d'un vote des Nations Unies sur l'Ukraine en 2022.

Selon les résultats, si le bloc hypothétique Chine-Russie+ n'était pas en mesure d'importer du cuivre, du nickel, du lithium et du cobalt en provenance de pays miniers tels que le Chili, la République démocratique du Congo et l'Indonésie, les prix connaîtraient une nouvelle augmentation, de 300 % en moyenne. Le renchérissement de l'achat de minéraux entraînerait une baisse des investissements dans les panneaux solaires et les éoliennes et une diminution du nombre de véhicules électriques.

Parallèlement, dans le bloc hypothétique États-Unis-Europe+, la fragmentation des marchés entraînerait une offre excédentaire de la plupart de ces minéraux. Toutefois, leur utilisation serait limitée par le temps nécessaire à l'augmentation de la capacité de raffinage. La fragmentation ne génère donc que de faibles gains dans le bloc États-Unis-Europe+ d'ici à 2030 : une légère augmentation de la production de véhicules électriques, mais aucune amélioration de la capacité d'énergie renouvelable.

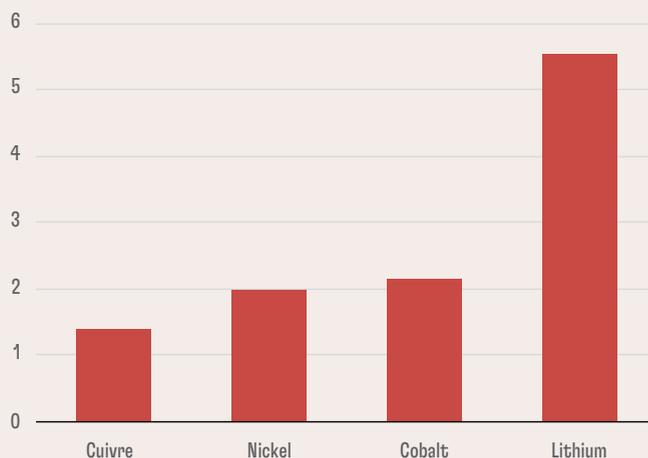
Une fragmentation plus prononcée des marchés des minéraux compliquerait la décarbonisation de l'économie mondiale. Dans l'ensemble, l'investissement net mondial dans les technologies

### GRAPHIQUE 1

## Flambée de la demande de minéraux

La demande de minéraux pourrait sextupler, avec la course des pays à l'approvisionnement en vue de la transition vers des énergies propres.

**Hausses de la demande de minéraux critiques jusqu'en 2030**  
(indice 2022 = 1, scénario de zéro émission nette)



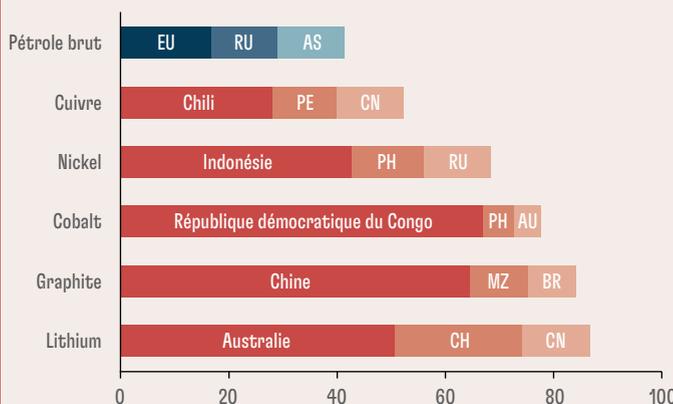
SOURCES : Agence internationale de l'énergie, 2023 ; calculs des services du FMI.

### GRAPHIQUE 2

## Concentration des marchés de minéraux

L'offre de minéraux critiques est plus concentrée que celle de pétrole brut et est donc plus vulnérable en cas de perturbation des échanges.

**Trois premiers producteurs**  
(en pourcentage de la population mondiale)



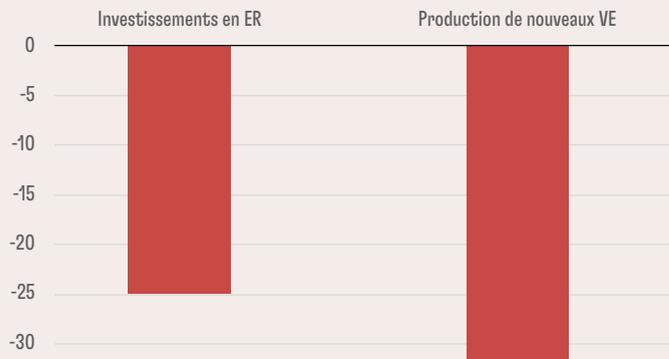
SOURCES : British Geological Survey ; US Geological Survey ; calculs des services du FMI.  
NOTE : AS = Arabie saoudite, AU = Australie, BR = Brésil, CL = Chili, CN = Chine, EU = États-Unis, MZ = Mozambique, PE = Pérou, PH = Philippines, RU = Russie.

## GRAPHIQUE 3

## Sanction de la fragmentation

La scission du monde en deux blocs commerciaux rivaux ralentirait la transition vers les énergies propres.

**Impact de la fragmentation du marché des minéraux critiques**  
(écart en pourcentage par rapport au scénario de marchés intégrés, 2030)



**SOURCE :** calculs des services du FMI.

**NOTE :** ER = énergies renouvelables, VE = véhicules électriques. Les barres indiquent l'évolution de l'investissement réel en ER et en VE en raison de la fragmentation par rapport au scénario de l'AIE de zéro émission nette où les marchés du cuivre, du nickel, du lithium et du cobalt sont intégrés. Les variables des pays sont agrégées en utilisant les gaz à effet de serre comme pondérations.

renouvelables et dans la production de véhicules électriques serait inférieur d'environ 30%, si les émissions de gaz à effet de serre sont utilisées comme pondération pour agréger les résultats propres à chaque région (graphique 3). Cette mesure tient compte de la plus forte intensité des émissions de l'activité dans le bloc Chine-Russie+ et donc de l'effort plus soutenu indispensable pour atteindre les objectifs d'atténuation des émissions au niveau mondial.

### Initiatives internationales

La coopération multilatérale est indispensable pour éviter le cercle vicieux dans lequel les pays recourent aux restrictions commerciales comme outil de gestion du risque. Un accord sur le renforcement des règles de l'Organisation mondiale du commerce relatives aux restrictions à l'exportation et aux droits de douane, ainsi qu'aux subventions discriminatoires, serait la meilleure solution.

Si une totale coopération s'avère impossible, les mesures multilatérales devront être axées en priorité sur la création d'un « corridor vert », prévoyant au minimum un accord sur le maintien de la libre circulation des minéraux critiques et sur l'absence de discrimination entre entreprises de différents pays.

Un projet international permettant d'améliorer le partage des données et la normalisation des marchés

des minéraux pourrait également atténuer l'incertitude sur ces marchés. La communauté internationale devrait créer une institution ou une plateforme, semblable à l'Agence internationale de l'énergie ou à l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, consacrée exclusivement aux minéraux critiques.

Chaque pays individuellement peut également prendre des mesures à titre préventif en adoptant des stratégies qui consisteraient notamment à diversifier les sources d'approvisionnement en produits de base, à investir davantage dans l'extraction, la prospection et le stockage, et à recycler les minéraux critiques.

Par ailleurs, les politiques industrielles doivent être soigneusement conçues pour garantir l'égalité de traitement des entreprises sur des marchés concurrentiels afin d'éviter les répercussions défavorables entre pays, de réduire au minimum les distorsions et les inefficacités, et d'atténuer les risques budgétaires et les effets néfastes sur l'économie politique. Les mesures de relocalisation en pays allié et les dispositions relatives au contenu local peuvent également fausser les marchés et augmenter les coûts. L'élaboration d'un mécanisme de consultation internationale sur la relocalisation en pays allié pourrait aider à identifier les retombées préjudiciables d'un pays à l'autre et à atténuer les conséquences néfastes.

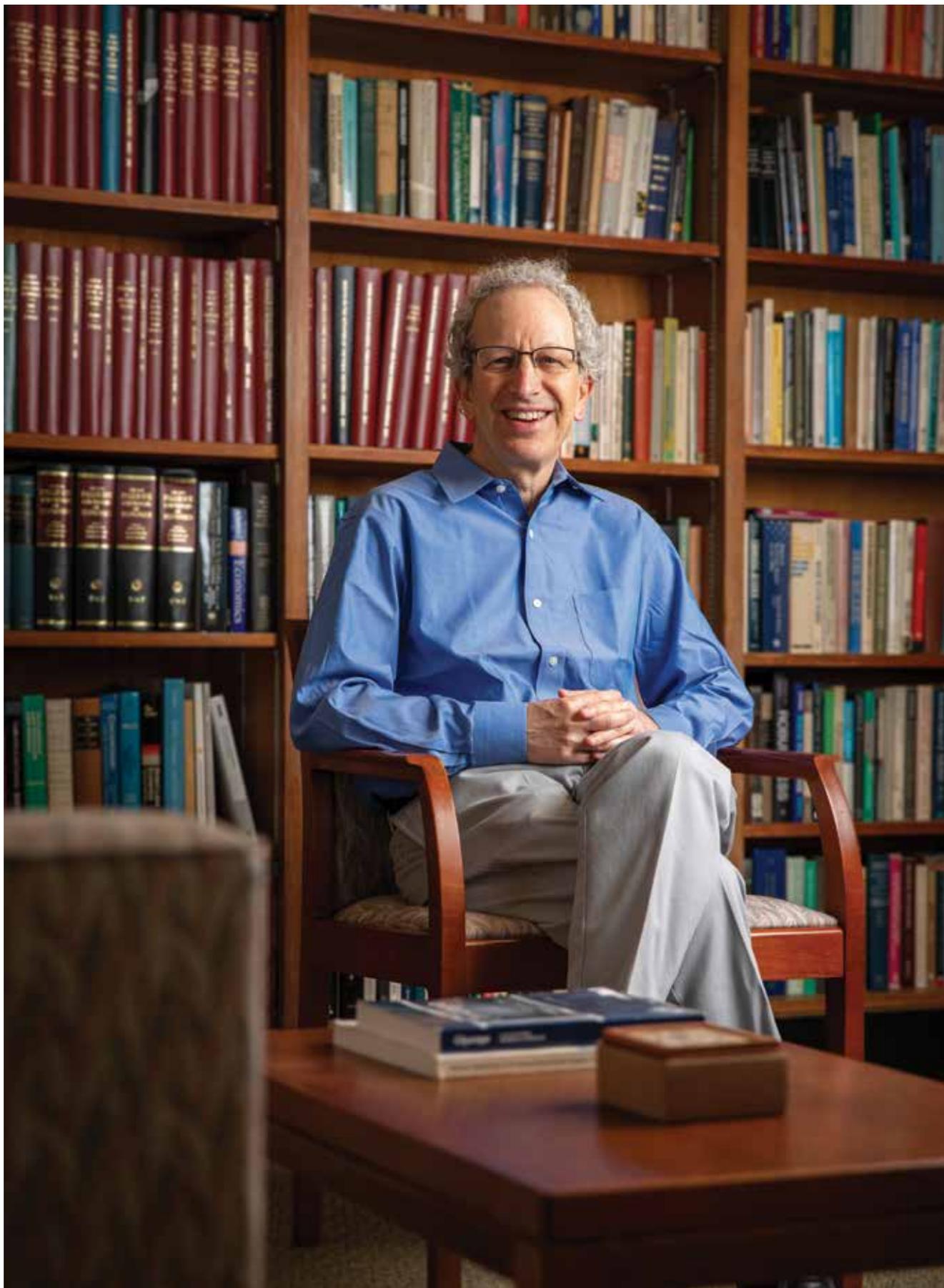
La fragmentation des marchés des minéraux critiques pourrait renchérir le coût de la transition énergétique et éventuellement retarder les mesures indispensables à l'atténuation du changement climatique. Une coopération multilatérale entre politiques commerciales et un meilleur partage des données permettraient de surmonter les autres obstacles à l'instauration d'un système énergétique mondial plus vert. Les minéraux critiques pourraient un jour être d'une importance aussi capitale pour l'économie mondiale que le pétrole aujourd'hui. Il est de notre devoir de mieux comprendre la complexité de leurs chaînes de valeur. **F&D**

**CHRISTOPHER EVANS** et **MARTIN STUERMER** sont économistes au département Hémisphère occidental et au département des études du FMI, respectivement. **MARIKA SANTORO** est économiste principale au département de la stratégie, des politiques et de l'évaluation.

*Le présent article s'inspire du chapitre 3 (« Fragmentation et marchés des produits de base : vulnérabilités et risques ») des Perspectives de l'économie mondiale du FMI d'octobre 2023.*

#### BIBLIOGRAPHIE

Boer, Lukas, Andrea Pescatori, and Martin Stuermer. Forthcoming. "Energy Transition Metals: Bottleneck for Net-Zero Emissions?" *Journal of the European Economic Association*.



PORTER GIFFORD

## Paroles d'économistes

# L'économiste des inégalités

Bob Simison brosse le portrait de **Lawrence F. Katz**, économiste du travail à Harvard, dont les recherches ont changé le regard des économistes sur les disparités économiques

« Lorsque le système éducatif ne suit pas, les inégalités se creusent », résume Katz.

**COMME NOUS TOUS, LAWRENCE KATZ** réfléchit à la manière dont l'intelligence artificielle (IA) modèlera l'avenir et, en particulier, aux effets qu'elle aura sur les inégalités. Depuis les années 80, il a apporté des contributions novatrices à la compréhension qu'ont les économistes de cette question et des réponses à y apporter.

Pour Katz, dans un cas, l'IA pourrait favoriser les individus qui exercent déjà des professions qualifiées et bien rémunérées, « exacerbant alors, éventuellement, les inégalités sur le marché du travail ». Dans un autre, elle pourrait contribuer à égaliser les chances pour les travailleurs situés au bas de l'échelle des qualifications et des salaires.

« L'IA pourrait se substituer de plus en plus au savoir-faire de l'élite, rendant celui-ci moins rare et mettant les connaissances expertes de l'élite à la portée d'un plus grand nombre de travailleurs, explique l'économiste de 64 ans. Ce scénario pourrait favoriser les travailleurs moyennement qualifiés par rapport aux professions d'élite. »

Quel que soit le scénario retenu, Lawrence Katz contribuera probablement à mener la charge des économistes universitaires — dont beaucoup sont d'ailleurs ses poulains — pour jauger l'IA. À n'en pas douter, les chercheurs appliqueront ses méthodes rigoureuses fondées sur des données massives et des analyses complexes, juste hommage à l'influence qu'il exerce sur l'économie depuis bientôt quatre décennies.

Pour David Autor, du Massachusetts Institute of Technology (MIT), « Larry a vraiment imprimé sa marque en

économie. Il a tiré la sonnette d'alarme sur le danger de l'accroissement des inégalités bien avant quiconque. » David Autor fait partie des quelque 200 anciens doctorants de Katz, qui comptent dans leurs rangs deux lauréats de la médaille John-Bates-Clark attribuée chaque année aux meilleurs économistes de moins de 40 ans, trois boursiers de la Fondation MacArthur et des dizaines de chercheurs titulaires dans des universités de premier plan.

Les travaux de Katz sont à l'origine de deux révolutions intellectuelles en économie, lit-on dans la notice biographique que lui consacrent cette année David Autor et David Deming (Harvard), un autre de ses anciens étudiants. La première a consisté à mettre en œuvre les théories économiques de l'offre et de la demande pour expliquer l'évolution dans le temps des inégalités de salaire, la seconde, à mener de vastes expériences sur le terrain, auprès des gens, pour répondre à de grandes questions en sciences sociales, concernant par exemple les effets, sur plusieurs générations, de l'emménagement dans un quartier plus favorisé.

En outre, en tant que rédacteur en chef du prestigieux *Quarterly Journal of Economics* depuis 1991, « Lawrence Katz aura façonné le programme de la profession économique pendant trois décennies », notent Autor et Deming, qui relèvent que le *Quarterly Journal of Economics* est, des cinq grandes revues professionnelles d'économie, celle qui a la plus grande influence par article publié, mesurée par les citations et d'autres facteurs.

### « Fasciné par les problèmes sociaux »

« Larry est vraiment fasciné par les problèmes sociaux, déclare son épouse et collaboratrice Claudia Goldin, professeure d'économie à Harvard et prix Nobel d'économie 2023. Sa passion, ce sont les défavorisés. » (Elle lui reconnaît une autre passion : leur chien Pika, un golden retriever de 13 ans qu'il promène plusieurs fois par jour.)

L'intérêt de ce fils de psychologue scolaire pour les défavorisés remonte à son enfance dans le Los Angeles des années 60. Sa mère, née Vera Reichenfeld en 1938 à Belgrade, a échappé à la Shoah avec sa famille et a grandi en Argentine et en Uruguay. L'un de ses enseignants avait étudié à l'université du Michigan, ce qui l'a incité à aller faire ses études à Ann Arbor, où elle a rencontré le père de Lawrence.

À Los Angeles, comme elle parlait espagnol, elle a enseigné dans certains des quartiers les plus défavorisés ; il lui arrivait d'apporter à l'école des vêtements et de la nourriture pour ses élèves issus de familles pauvres. Avec son fils, elle évoquait la difficulté de faire classe dans des bâtiments dépourvus de climatisation, et tous deux se demandaient à quel point les élèves de tels établissements étaient désavantagés par rapport à ceux des écoles climatisées des quartiers plus aisés. Ces rencontres avec la pauvreté ont incité le lycéen puis l'étudiant Katz à se concentrer sur les questions d'inégalité, de ségrégation et de race dans ses exposés et ses recherches. (Âgée de 85 ans, sa mère poursuit aujourd'hui une carrière d'actrice à temps partiel, jouant en espagnol et en anglais.)

Lawrence Katz aime à raconter qu'il a choisi l'économie parce que le cours d'introduction, lors de son premier trimestre à Berkeley, commençait à 10 heures alors que le premier cours de sciences politiques avait lieu à 8 heures. Étudiant en premier cycle, il a commencé à mettre au point son approche de la recherche économique fondée sur les données lorsque le Fisher Center for Real Estate and Urban Economics l'a engagé en 1979 comme premier chercheur.

Il a interrogé les responsables de l'aménagement du territoire des 93 circonscriptions de l'aire métropolitaine de San Francisco afin de recueillir des quantités de données montrant comment la Proposition 13, un texte adopté peu de temps auparavant pour réduire l'impôt foncier, créait davantage de restrictions à l'utilisation des sols et faisait grimper les prix de l'immobilier. Ses conclusions ont servi dans sa thèse de fin d'études et son discours d'ouverture au département d'économie.

Pour son doctorat obtenu au MIT en 1985, Katz s'est penché sur les mécanismes du chômage. En analysant rigoureusement des données américaines et britanniques, il a remis en question une théorie établie selon laquelle les variations cycliques du chômage résultaient de changements dans la demande de main-d'œuvre qui obligeaient les travailleurs à quitter le secteur secondaire pour le tertiaire. Il a montré que, au contraire, ces variations relevaient davantage de cycles économiques classiques résultant des chocs sur la demande globale. Il a approfondi la compréhension du comportement de recherche d'emploi des travailleurs en chômage temporaire qui s'attendent à être rappelés, en s'appuyant sur des données d'enquêtes longitudinales.

Ce type d'analyse de données à grande échelle a ouvert une nouvelle frontière en économie, bien avant que les progrès de la puissance informatique ne permettent aux chercheurs de traiter régulièrement d'énormes volumes de chiffres. À l'époque, « les ensembles de données étaient présentés sur des bandes à neuf pistes de la taille d'une pizza, et le temps d'utilisation des ordinateurs était loué à la minute », rappellent Autor et Deming.

Katz a affiché en grand son approche dans deux articles influents publiés en 1992, dont l'un était le fruit d'une collaboration avec le macroéconomiste français Olivier Blanchard — plus tard économiste en chef du Fonds monétaire international. Voyant que le chômage avait presque triplé dans le Massachusetts entre 1987 et 1991 à la suite de l'éclatement de la bulle des services technologiques et financiers, ils ont voulu comprendre ce qui se passe lorsqu'il y a une flambée du chômage dans une région.

Après avoir étudié 40 ans de données américaines État par État, Katz et Blanchard ont conclu qu'il fallait cinq à sept ans pour qu'un État se remette d'une poussée du chômage et que la baisse du taux de chômage tenait bien plus aux travailleurs ayant quitté l'État qu'aux employeurs ayant créé de nouveaux emplois — plus de 10 ans étant par ailleurs nécessaires pour que les salaires reviennent à la normale.

« Nous avons trouvé des tendances très marquées dans les données, qui dépeignaient clairement la mobilité de la main-d'œuvre et les évolutions régionales », explique Olivier Blanchard. Ces résultats ont modifié la façon dont les économistes ailleurs dans le monde — en Europe, par exemple — envisagent les politiques régionales, ajoute-t-il.

Le second article marquant de 1992 traitait directement des inégalités de revenu entre les personnes ayant un diplôme universitaire et celles qui n'en ont pas. Il a bouleversé la façon dont les économistes conçoivent les disparités de revenu. Avec Kevin Murphy, de l'université de Chicago, Katz a analysé l'évolution des salaires aux États-Unis entre 1963 et 1987, en exploitant un vaste ensemble de données du Bureau du recensement des États-Unis. Les deux chercheurs ont constaté que l'écart de revenus s'était réduit entre 1970 et 1979, pour se creuser de manière spectaculaire après 1979. À l'époque, la sagesse populaire attribuait ce phénomène à la demande croissante de travailleurs plus diplômés. Mais Katz et Murphy ont montré que ce phénomène reflétait également une forte baisse de la croissance de l'offre de ces travailleurs par rapport à l'augmentation de la demande.

« Lorsque le système éducatif ne suit pas, les inégalités se creusent », résume

Katz. Ces deux études se sont prolongées par « un travail passionné » sur les inégalités au cours des trois décennies suivantes. L'un des projets les plus importants et les plus étendus aura été l'ouvrage *The Race between Education and Technology* (2008), écrit en collaboration avec Claudia Goldin.

## Éducation et inégalités

Le couple, qui s'est formé à la fin des années 80 après une rencontre à l'entrée du National Bureau of Economic Research de Cambridge, Massachusetts, a commencé ses recherches au début des années 90, à partir de travaux préliminaires de Goldin sur l'histoire de l'éducation et son effet sur les salaires. « Larry était obsédé par les changements dans la structure des salaires, raconte-t-elle. Dans les années 80, il a été le premier économiste à constater que le fossé des inégalités se creusait. »

Les chercheurs ont puisé dans « des tonnes d'ensembles de données » et compilé manuellement les données du Bureau des statistiques du travail depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, explique Katz. Ils ont déterré des supports de campagne créés dans les années 10 et 20 par les conseils scolaires locaux — ruraux plutôt qu'urbains — encourageant le *high school movement* (« mouvement des lycées ») pour préparer les jeunes à de meilleurs emplois.

Les travailleurs américains ont ainsi bénéficié d'un avantage considérable, car « l'Amérique a éduqué sa jeunesse bien plus que la plupart, sinon la totalité, des pays européens, écrivent-ils. Dès les années 30, l'Amérique était pratiquement le seul pays à offrir l'accès à un enseignement secondaire universel et gratuit. » Le creusement des inégalités aux États-Unis à la fin du XX<sup>e</sup> siècle n'était pas tant la conséquence de la mutation technologique rapide que de l'essoufflement de la volonté d'investir dans l'éducation.

« Nous aurions pu faire la même chose avec l'enseignement supérieur et l'enseignement professionnel qu'avec l'enseignement secondaire, déclare Katz. Nous n'avons pas achevé la révolution de l'enseignement post-secondaire. Nous avons laissé les familles s'en charger. » Aujourd'hui, Katz préconise d'investir davantage dans les universités publiques

et dans de solides programmes d'enseignement professionnel et de formation à l'emploi pour les titulaires du diplôme de fin d'études secondaires. (Dans les années 2010, lui et ses collaborateurs ont publié une série d'articles montrant que les employeurs valorisent peu les diplômes délivrés par les coûteuses universités privées.)

Selon Katz, 50 à 60 % de l'augmentation des inégalités de salaires aux États-Unis observées depuis 1980 sont dus au ralentissement des progrès en matière d'éducation par rapport à la croissance continue de la demande de travailleurs ayant fait des études supérieures, qui a creusé l'écart de rémunération entre ceux qui ont un diplôme universitaire et ceux qui n'en ont pas. Il voit d'autres facteurs dans le déclin des syndicats, l'érosion du salaire minimum au niveau fédéral, l'explosion des rémunérations des dirigeants et des cadres supérieurs, ainsi que dans la fissuration des chaînes d'approvisionnement de plus en plus ancrées à l'étranger, le développement de l'économie des petits boulots et les délocalisations.

En 1993, Lawrence Katz est devenu économiste en chef du ministère du Travail sous le gouvernement Clinton. Il a alors pu participer à la conception de ce qui, pour certains économistes, constitue l'une des expériences de politique sociale les plus importantes de l'histoire des États-Unis, le programme de mobilité résidentielle « Moving to Opportunity ».

Après les émeutes de Los Angeles consécutives au passage à tabac de Rodney King par la police en 1991, « le Congrès s'est senti un peu responsable et a adopté un projet de loi prévoyant des fonds pour un programme pilote sur les quartiers », explique Katz. Le programme a été mené à partir de 1994 à Boston, Baltimore, Chicago, New York et Los Angeles auprès de 4 604 familles vivant en logement social dans certains des quartiers les plus défavorisés du pays. L'idée était de déterminer si le fait d'aider des familles choisies au hasard à emménager dans un meilleur quartier pouvait leur être bénéfique sur le plan économique.

De prime abord, ce n'était pas le cas ; mais il ne fallait pas s'arrêter à ce premier constat. En effet, les participants ont par la suite fait état d'une amélioration de leur

santé physique et mentale, et, Katz et ses collègues ayant continué à suivre le groupe, ils ont observé un résultat inattendu. Les enfants qui avaient moins de 13 ans lors de leur emménagement dans un quartier plus sûr et moins pauvre gagnaient 30 % de plus en tant que jeunes adultes, avaient plus de chances de faire des études supérieures, intégraient de meilleures universités et vivaient dans des quartiers plus aisés une fois adultes.

« J'étais loin de me douter que, plus de 25 ans plus tard, j'étudierais encore ce sujet », avoue Katz.

L'expérience a des ramifications dans les politiques d'aujourd'hui, puisque certaines collectivités, comme la ville de Seattle, appliquent ces résultats dans leurs programmes de bons de logement. « L'endroit où vous vivez influe sur votre santé et sur bien d'autres choses, analyse Katz. Nous pourrions faire beaucoup plus avec les ressources à notre disposition. » L'administration Biden a cherché à financer un programme plus vaste, mais « l'idée a fait long feu » lors des négociations avec le Congrès, déplore-t-il.

### L'effet Katz

En tant que rédacteur en chef du *Quarterly Journal of Economics* depuis 32 ans, Lawrence Katz a décuplé son influence sur la recherche économique, selon certains confrères. Sous sa direction, la revue aborde de grandes questions en sciences sociales et humaines, repoussant ainsi les frontières de l'économie, observent Autor et Deming. Katz pousse les chercheurs à prendre des risques et à suivre les données là où elles mènent, affirment d'autres économistes.

« Dans le milieu, on parle d'effet Katz », explique l'économiste de Harvard Raj Chetty, lauréat de la médaille John-Bates-Clark et autre protégé de Katz. Chetty a joué un rôle de premier plan dans l'étude des ramifications du projet « Moving to Opportunity ».

« Katz est très respecté par les auteurs, ce qui est exceptionnel, déclare Olivier Blanchard, qui a été corédacteur en chef de la revue avec lui pendant sept ans. Les rédacteurs en chef forts se font généralement beaucoup d'ennemis. Ce n'est pas son cas. » Lawrence Katz lit chaque article qu'on lui soumet et y réagit, note

Chetty. Le *Quarterly Journal of Economics* reçoit environ 2 000 articles par an et en publie 48.

Au cours des 25 dernières années, Katz a également joué un rôle de médiateur dans les négociations et les conflits du travail entre Harvard et divers syndicats. Il a dirigé ce qui était officieusement connu sous le nom de « comité Katz », qui a publié en 2001 un rapport sur la sous-traitance, lequel a conduit à une politique pour la parité des salaires et des avantages sociaux entre le personnel interne et le personnel sous-traité, l'objectif étant de permettre à l'université de recourir à la sous-traitance pour en tirer des gains d'efficacité, mais sans introduire de concurrence déloyale pour ses employés syndiqués.

Les 239 économistes titulaires d'un doctorat qui ont été formés par Lawrence Katz constituent certainement un pilier de son héritage. Il en tient à jour une liste de neuf pages sur son site Web de Harvard, indiquant l'année du doctorat, la première affectation et le poste actuel de chacun d'entre eux. Nombre d'entre eux le citent comme leur source d'inspiration professionnelle.

« C'est un conseiller prolifique qui a eu un impact énorme sur les politiques publiques en encourageant de nombreux économistes de premier plan, déclare Betsey Stevenson, de l'université du Michigan. Il était toujours disponible. Il a une connaissance encyclopédique de la recherche dans le domaine et peut instantanément vous dire où votre projet s'inscrit dans le corpus de travaux. »

Lorsqu'elle était étudiante de deuxième cycle, Stevenson travaillait sur le bonheur et l'économie. Elle raconte qu'elle avait fait part à Katz de sa découverte selon laquelle gagner à la loterie rend généralement les gens plus heureux, du moins dans un premier temps.

Elle avait alors reçu la réponse suivante : « Gagner à la loterie ne me rendrait probablement pas plus heureux. Cela ne m'aiderait pas à écrire mes articles plus vite. » **F&D**

**BOB SIMISON** est un journaliste indépendant qui a travaillé au Wall Street Journal, au Detroit News et au Bloomberg News.

## Entre nous

# Mettre l'intelligence artificielle au service du bien de l'humanité

**Gita Gopinath** examine comment tirer parti au mieux des avantages de l'IA et gérer ses risques grâce à des mesures novatrices d'envergure mondiale

À compter du XVIII<sup>e</sup> siècle, la révolution industrielle a engendré des innovations successives qui ont transformé la société. Il se pourrait bien que nous soyons à l'aube d'une nouvelle ère technologique, celle de l'intelligence artificielle (IA) générative, qui pourrait déclencher des transformations tout aussi radicales.

L'histoire regorge bien sûr d'exemples de technologies qui ont laissé leur marque, depuis l'imprimerie et l'électricité jusqu'au moteur à combustion interne et à Internet. Il a souvent fallu des années, voire des décennies, pour bien comprendre les répercussions de ces progrès. Ce qui donne à l'IA générative son caractère exceptionnel, c'est la vitesse à laquelle elle se diffuse dans l'ensemble de la société et le potentiel qu'elle a de bouleverser les économies, voire de redéfinir ce que l'on entend par être humain. C'est pourquoi la communauté internationale a besoin de convenir d'un ensemble de mesures stratégiques pour garantir que l'IA soit mise au service du bien de l'humanité.

Selon les études qui ne cessent de se multiplier dans ce domaine, l'IA pourrait avoir des effets spectaculaires. Dans l'une de ces récentes études, 453 actifs d'un niveau d'études universitaires ont eu pour tâche d'effectuer une rédaction, la moitié d'entre eux ayant accès



**GITA GOPINATH** est première directrice générale adjointe du FMI.

à ChatGPT. Résultat ? Avec ChatGPT, la productivité s'est avérée nettement supérieure : la durée moyenne de l'exercice de rédaction a diminué de 40% et la qualité du travail a augmenté de 18%.

Si une telle dynamique peut être confirmée à grande échelle, les effets bénéfiques pourraient être considérables. En effet, selon des études réalisées auprès des entreprises, l'IA pourrait accélérer la croissance annuelle de la productivité du travail de 2 à 3 points de pourcentage en moyenne, et même selon certaines d'entre elles, de près de 7 points de pourcentage. Bien qu'il soit difficile d'évaluer l'effet global de ces différents types d'études, de tels résultats nous permettent d'espérer être en mesure d'enrayer la baisse de la croissance de la productivité mondiale, qui ralentit depuis plus d'une dizaine d'années. Une hausse de la productivité pourrait accroître les revenus, et donc améliorer les conditions de vie des habitants du monde entier.

Il est toutefois loin d'être certain que la technologie ait un effet net positif. Par sa nature même, l'IA est fort susceptible de bouleverser les marchés du travail : elle pourrait dans un certain nombre de cas compléter le travail humain pour le rendre encore plus productif et dans d'autres, le remplacer, et donc rendre certains emplois obsolètes. La question est de savoir comment ces deux forces s'équilibreront.

Dans un nouveau document de travail, le FMI approfondit cette question et

constate que les effets peuvent varier d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays selon le type d'emploi. Contrairement aux transformations technologiques antérieures qui ont essentiellement touché les activités peu qualifiées, l'IA devrait avoir un fort retentissement sur les professions hautement qualifiées. C'est pourquoi des pays avancés, comme les États-Unis et le Royaume-Uni, où les proportions de spécialistes et de gestionnaires sont élevées, peuvent être davantage touchés : 60% de leurs emplois sont dans des activités très exposées.

D'un autre côté, les professions hautement qualifiées peuvent également être celles qui bénéficieront le plus des avantages complémentaires que présente l'IA : un radiologue, par exemple, se sert de cette technologie pour améliorer sa capacité d'analyse de l'imagerie médicale. Pour ces raisons, l'impact global dans les pays avancés pourrait être plus polarisé : un grand nombre de travailleurs concernés, mais un petit nombre d'entre eux seulement susceptibles de tirer le maximum d'avantages en matière de productivité.

Par ailleurs, dans les marchés émergents comme l'Inde, où l'agriculture joue un rôle prédominant, moins de 30% des emplois sont exposés à l'IA. Au Brésil et en Afrique du Sud, les proportions sont plus proches des 40%. Dans ces pays, le risque immédiat lié à l'IA peut être moindre, mais les possibilités d'accroître la productivité grâce à l'IA aussi.

À terme, l'IA, qui permet de faire des économies de main-d'œuvre, pourrait menacer les pays en développement très tributaires des secteurs à forte intensité de main-d'œuvre, en particulier dans le domaine des services. Prenons l'exemple des centres d'appel en Inde : les tâches qui ont été délocalisées vers les pays émergents pourraient être relocalisées vers les pays avancés et remplacées par l'IA, ce qui pourrait mettre en péril l'avantage concurrentiel traditionnel des pays en développement sur le marché mondial et empêcher les revenus dans ces pays de se rapprocher de ceux des pays avancés.

## Redéfinir l'humain

Viennent ensuite, bien sûr, les innombrables enjeux éthiques présentés par l'IA.

Ce qui est remarquable dans la dernière vague de technologie d'IA générative, c'est sa capacité à synthétiser des quantités monumentales de connaissances en un ensemble de messages convaincants. L'IA ne se contente pas de penser et d'apprendre vite, elle parle aussi comme nous désormais.

Cette évolution a suscité une attention particulière chez des chercheurs comme Yuval Harari, selon qui, l'IA pourrait, grâce à sa maîtrise du langage, nouer des relations étroites avec les personnes, en recourant à une « fausse intimité » pour influencer nos opinions et nos visions du monde. Nos sociétés pourraient ainsi être déstabilisées, et notre compréhension élémentaire de la civilisation humaine pourrait même être remise en question, dans la mesure où nos normes culturelles, depuis la religion jusqu'à la nation, reposent sur des raisonnements acceptés au niveau de la société.

Il est révélateur que même les pionniers de l'IA se méfient des risques existentiels qu'elle présente. Au début de cette année, plus de 350 dirigeants du secteur de l'IA ont signé une déclaration exhortant la communauté internationale à se donner pour priorité d'atténuer le risque d'« extinction » que présente l'IA, plaçant ainsi ce risque au même niveau qu'une pandémie ou une guerre nucléaire.

L'IA est d'ores et déjà utilisée pour compléter les jugements traditionnellement portés par les humains. Le secteur des services financiers, par exemple, s'est empressé d'adapter cette technologie à une longue liste d'applications, notamment pour faciliter l'évaluation des risques et la souscription de crédits, ainsi que pour recommander des investissements. Mais comme le montre un autre document récent du FMI, cela comporte des risques. Nous le savons, la mentalité grégaire qui caractérise le secteur financier peut être dangereuse pour la stabilité, et un système financier qui ne repose que sur quelques modèles d'IA pourrait pousser une telle mentalité à l'extrême. En outre, le manque de transparence dans cette technologie incroyablement complexe compliquera l'analyse des décisions lorsque les choses tourneront mal.

La confidentialité des données est un autre enjeu, dans la mesure où les

entreprises pourraient sans le savoir mettre des données confidentielles dans le domaine public. Compte tenu des profondes craintes suscitées par la partialité inhérente à l'IA, faire reposer une décision d'octroi de prêts sur des robots pourrait aggraver les inégalités. En d'autres termes, en l'absence d'une surveillance appropriée, les outils d'IA pourraient en fait accentuer les risques pour le système financier et nuire à la stabilité financière.

## Mesures à prendre par les pouvoirs publics

Dans la mesure où l'IA traverse les frontières, il est impératif d'instaurer de toute urgence un mécanisme coordonné au niveau mondial pour assurer le développement de cette technologie de façon à tirer parti au mieux de ses énormes possibilités, tout en réduisant au maximum les préjudices évidents pour la société. Il faudra pour cela des mesures solides et judicieuses, assurant un équilibre entre l'innovation et la réglementation, de façon à garantir que l'IA soit utilisée pour le plus grand bien de tous.

La législation proposée par l'Union européenne, qui classe l'IA en fonction des niveaux de risque, est une avancée encourageante. Mais au niveau mondial, nous ne sommes pas sur la même longueur d'onde. L'approche de l'Union européenne en matière d'IA diffère de celle des États-Unis, dont l'approche est différente de celle du Royaume-Uni et de la Chine. Si des pays, ou des blocs de pays, adoptent leurs propres réglementations ou leurs propres normes technologiques relatives à l'IA, ils risquent de ralentir la diffusion des bienfaits de cette technologie tout en attisant de dangereuses rivalités entre eux. La dernière chose que nous souhaitons, c'est que l'IA accentue la fragmentation d'un monde déjà divisé.

Heureusement, nous constatons de vrais progrès : grâce au processus du Groupe des Sept, dit d'Hiroshima, sur l'IA générative, au décret des États-Unis sur l'IA et au sommet sur la sécurité de l'IA au Royaume-Uni, les pays font preuve d'une volonté de coordonner l'action mondiale en matière d'IA, notamment en élaborant et, le cas échéant, en adoptant des normes internationales.

## « Avec l'avènement de l'intelligence artificielle, la coopération multilatérale n'a jamais été aussi fondamentale. »

En fin de compte, nous devons élaborer un ensemble de principes mondiaux pour régir l'utilisation responsable de l'IA, qui permette d'harmoniser la législation et la réglementation au niveau local.

Il existe à cet égard un parallèle avec la coopération mondiale face à l'enjeu commun du changement climatique. L'Accord de Paris, malgré ses limites, a instauré un mécanisme commun pour lutter contre le changement climatique, dont nous pourrions nous inspirer également en matière d'IA. De même, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, qui assure le suivi et le partage des connaissances sur les moyens de faire face au changement climatique, pourrait servir de modèle pour créer un groupe de ce type en matière d'IA, comme d'autres l'ont suggéré. Je me félicite également de l'appel des Nations Unies en faveur de la création d'un organe consultatif de haut niveau sur l'IA dans le cadre de son Pacte numérique mondial, qui constituerait un pas de plus dans la bonne direction.

Compte tenu de la menace de considérables pertes d'emplois, les pouvoirs publics doivent impérativement mettre en place des mécanismes de protection sociale réactifs pour aider les personnes dont les emplois sont déplacés par l'IA et redynamiser leurs politiques du marché du travail pour encourager les travailleurs à rester sur le marché du travail. Les politiques fiscales doivent également être soigneusement évaluées pour garantir que les systèmes fiscaux ne favorisent pas la substitution systématique de la main-d'œuvre.

Il est essentiel que le système éducatif fasse l'objet des modifications nécessaires : nous devons préparer la prochaine génération de travailleurs à utiliser ces nouvelles technologies et permettre à la génération actuelle de bénéficier de possibilités de formation continue. La

demande de spécialistes en sciences, technologies, ingénierie et mathématiques va probablement augmenter, mais il se pourrait que les études supérieures en sciences humaines, qui forment les étudiants à réfléchir aux grands enjeux auxquels est confrontée l'humanité au moyen d'un enseignement pluridisciplinaire, prennent également de la valeur.

Au-delà de ces modifications, nous devons placer le système éducatif à l'avant-garde du développement de l'IA. Jusqu'en 2014, la plupart des modèles d'apprentissage automatique provenaient du monde universitaire, mais l'industrie a pris le relais depuis : en 2022, le secteur de l'IA a généré 32 grands modèles d'apprentissage automatique, contre seulement trois issus du monde universitaire. Dans la mesure où la création de systèmes d'IA avancés nécessite des quantités considérables de données, de puissance informatique et de fonds, les États auraient tort de ne pas financer la recherche en IA, ce qui peut mettre en évidence les coûts de l'IA pour nos sociétés.

Tandis que les décideurs sont confrontés à ces défis, les institutions financières internationales (IFI), notamment le FMI, peuvent apporter leur aide dans trois domaines fondamentaux.

Premièrement, pour mettre en place les bonnes mesures, nous devons être prêts à faire face aux effets plus vastes de l'IA sur nos économies et nos sociétés. Les IFI peuvent nous aider à mieux comprendre ces effets en rassemblant les connaissances à l'échelle mondiale, et le FMI est particulièrement bien placé en ce sens grâce à ses activités de surveillance. Nous jouons déjà notre rôle à cet égard, en réunissant des experts de l'ensemble de notre institution pour étudier les défis et les possibilités que présente l'IA pour le FMI et ses pays membres.

Deuxièmement, les IFI peuvent utiliser leur force de mobilisation pour

servir de plateforme de partage des bonnes mesures prises par les pouvoirs publics. Le partage d'informations sur les pratiques optimales peut contribuer à établir un consensus international, étape primordiale en vue d'harmoniser les réglementations.

Troisièmement, les IFI peuvent renforcer la coopération internationale en matière d'IA grâce à leurs conseils stratégiques. Pour que tous les pays bénéficient des avantages de l'IA, les IFI peuvent favoriser la libre circulation de ressources fondamentales, telles que les processeurs et données, et encourager le développement des infrastructures humaines et numériques nécessaires. Les décideurs devront soigneusement calibrer l'utilisation des outils publics ; ils devront appuyer les technologies aux premiers stades de leur développement sans susciter de fragmentation ni de restrictions entre les pays. L'État devra toujours investir dans l'IA et les ressources qui y sont liées, mais nous devons nous garder de tomber dans le protectionnisme.

### Un avenir pour l'IA

Compte tenu de la capacité exceptionnelle de l'IA à reproduire la pensée humaine, nous devons élaborer un ensemble de règles et de mesures exceptionnelles pour garantir qu'elle soit utilisée pour le bien de la société. Et il devra s'agir de règles de portée mondiale. Avec l'avènement de l'IA, la coopération multilatérale n'a jamais été aussi fondamentale.

C'est un défi qui nous obligera à sortir de nos propres zones de confort et à prendre en compte l'intérêt général de l'humanité tout entière, défi qui pourrait également être l'un des plus difficiles à relever en matière de politique publique.

Si nous sommes effectivement à l'aube d'une ère technologique radicalement nouvelle du même ordre que la révolution industrielle, nous devons tirer les enseignements du passé. Le progrès scientifique et technologique est peut-être incontournable, mais il n'est pas nécessairement accidentel. Le progrès pour le progrès n'est pas suffisant : c'est en œuvrant tous ensemble que nous devrions pouvoir assurer un progrès *responsable* vers une vie meilleure pour le plus grand nombre. **F&D**

## Notes de lecture

# Se préparer à l'inévitable

Simon Sharpe

**LE FAIT DE SURÉLEVER** la base d'une maison et de mélanger du ciment à ses fondations la rend moins susceptible de s'effondrer en cas d'inondation. Les groupes électrogènes et les systèmes de pompage réduisent le risque d'une panne d'approvisionnement en électricité et en eau et assurent la continuité des services hospitaliers. Les systèmes de santé, quand ils sont solides, réduisent le risque de maladie par suite d'inondations. Les systèmes de sensibilisation et de communication peuvent aider les populations à déterminer quand elles doivent rester chez elles et quand elles doivent se réfugier dans les hauteurs. Le bon fonctionnement des services publics accroît la confiance sociale, et augmente ainsi la probabilité d'une mise en œuvre réussie des plans d'intervention en cas de catastrophe.

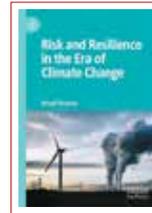
Dans *Risk and Resilience in the Era of Climate Change*, Vinod Thomas prône l'adoption d'une approche systémique pour renforcer la résilience climatique. L'évaluation des risques doit avant tout être rigoureuse et continue. Les systèmes d'alerte précoce, les plans d'évacuation et les institutions qui régissent tous les aspects de la préparation et des interventions en cas de catastrophe doivent faire l'objet d'investissements. La résilience doit être intégrée dès le départ dans la conception non seulement des bâtiments et des systèmes d'infrastructure, mais aussi des stratégies nationales de développement.

Surtout, V. Thomas souligne qu'il faut se préparer et pas seulement réagir. Les mesures de prévention des catastrophes n'augmentent que d'un dixième le coût d'un nouvel hôpital, fait-il remarquer. Avec la progression du changement climatique, les risques à faible probabilité et à fort impact deviendront des

événements à forte probabilité et à fort impact. Les gouvernements doivent anticiper ce changement et se préparer sans relâche aux risques accrus de demain, et pas seulement à une répétition des événements du passé.

V. Thomas présente la réduction des émissions et l'adaptation comme étant intrinsèquement interdépendantes et va jusqu'à décrire la décarbonisation comme une approche permettant de renforcer la résilience. Au cœur de cette relation est le temps : tout comme lors de la pandémie de COVID-19, lorsqu'il s'est avéré essentiel de ralentir la propagation de la maladie pour éviter l'engorgement des unités de soins intensifs dans les hôpitaux, le fait de ralentir le changement climatique nous donnera plus de temps pour nous préparer et faire face aux phénomènes météorologiques extrêmes qu'il engendrera.

Certains lecteurs estimeront sans doute que le chapitre sur l'économie est le plus passionnant. Lui-même économiste de renom, V. Thomas écrit que « la profession des économistes du courant dominant n'a pas soutenu la campagne pour l'action climatique ». Il déplore le silence des grandes revues d'économie sur la question, l'incapacité des modèles économiques influents à intégrer de manière adéquate les connaissances scientifiques et le manquement de la profession en général, qui n'a pas su saisir la gravité de la crise et qui a répandu l'idée d'une « fausse dichotomie » entre durabilité et croissance. Il prône de reconnaître la valeur du capital naturel, de penser la croissance en termes de qualité et non de quantité, et de réviser les programmes



**RISK AND RESILIENCE IN THE ERA OF CLIMATE CHANGE**

Vinod Thomas

Palgrave Macmillan

London, UK, 2023,  
201 pages,  
27,99 dollars

d'études des écoles d'économie et de commerce pour enseigner comment en faire une source de régénération plutôt que de destruction.

L'auteur aurait peut-être même gagné à développer cette idée plus avant. Une autre manière de penser l'économie de la décarbonisation s'est développée ces dernières années. Alors qu'il était autrefois communément admis que la tarification du carbone constituait la solution la plus efficace, les avancées dans la compréhension des systèmes complexes, les études des

transitions technologiques du passé et les observations des phénomènes d'aujourd'hui donnent toutes à penser que les approches axées sur la recherche de nouvelles solutions grâce à l'investissement peuvent stimuler l'innovation et susciter des changements structurels pour un meilleur coût-efficacité. Il aurait pu être intéressant d'explorer la mise en pratique de cette nouvelle interprétation aux fins de l'adaptation transformationnelle que l'auteur affirme être désormais nécessaire.

Le livre s'appuie sur l'expérience de l'auteur, acquise au long de 30 ans de travail à la Banque mondiale et à la Banque asiatique de développement. Il est également étayé par d'importants travaux de recherche universitaire et regorge d'études de cas pratiques et de cadres conceptuels qui permettent d'appréhender la résilience. Ces questions ne feront que gagner en importance à mesure que la crise climatique progressera et que la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes augmentera inexorablement ; les acteurs de terrain trouveront donc cet ouvrage fort utile. **F&D**

**SIMON SHARPE** est chercheur principal au World Resources Institute et auteur de *Five Times Faster: Rethinking the Science, Economics, and Diplomacy of Climate Change*.

# Penser les inégalités

Zia Qureshi

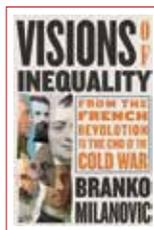
**LA MONTÉE DES INÉGALITÉS** dans de nombreux pays, en particulier dans les pays riches, s'est imposée ces dernières décennies dans le débat politique, et elle est devenue une source majeure de préoccupation pour les pouvoirs publics. L'accroissement des disparités économiques suscite de l'anxiété, engendre des troubles sociaux et contribue fortement à la défiance vis-à-vis des institutions, à la polarisation du débat public et au national-populisme, aujourd'hui flagrants. Dans *Visions of Inequality*, Branko Milanovic, grand spécialiste du sujet, contextualise les débats et les inquiétudes que soulève aujourd'hui le problème des inégalités, en montrant comment notre façon de penser ce sujet a évolué au fil du temps.

L'ouvrage retrace le traitement que la science économique a réservé aux inégalités, depuis la Révolution française jusqu'à la fin de la Guerre froide. La pensée de six économistes parmi les plus influents de cette période (François Quesnay, Adam Smith, David Ricardo, Karl Marx, Vilfredo Pareto et Simon Kuznets) s'y trouve savamment distillée au long des six chapitres consacrés à chacun d'entre eux. Les travaux d'économistes néoclassiques sont ensuite passés en revue, ainsi que l'étude des inégalités au cours de la Guerre froide. Le livre se conclut par un examen des progrès réalisés dans l'analyse des inégalités au cours de l'après-Guerre froide. Il s'agit d'une somme d'érudition et d'un traité de grande envergure sur l'histoire intellectuelle des inégalités.

Les économistes de la première période envisageaient surtout les inégalités à travers le prisme des classes sociales et des moyens de production, en distinguant entre propriétaires terriens, capitalistes et travailleurs. Ils s'intéressaient avant tout à la répartition fonctionnelle des revenus entre rentes, bénéfices et salaires. Pour Pareto, elles résultent d'une hiérarchie sociale opposant les élites au reste de la

population. Avec Kuznets et les économistes néoclassiques de la seconde période, la focale s'est déplacée vers les individus et la répartition interpersonnelle des revenus, un changement d'optique permis en partie par la plus grande disponibilité des données sur les revenus individuels : ces données ont permis d'appréhender la répartition des revenus entre individus en fonction de divers paramètres, comme le niveau d'instruction ou le lieu de résidence (ville ou campagne). Milanovic retrace minutieusement cette évolution de la pensée économique au sujet des inégalités — de la lecture de classes à l'optique individuelle, en passant par la distinction entre peuple et élites —, en rappelant que chacune de ces différentes grilles d'interprétation est inextricablement liée à son contexte historique.

La deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle est selon l'auteur une « longue éclipse dans l'étude des inégalités ». Le relatif manque d'intérêt pour la répartition des richesses durant cette période tient en partie à la foi des économistes néoclassiques dans le bon fonctionnement des marchés. En outre, à cette époque, les inégalités se sont initialement réduites dans les pays occidentaux, grâce à la hausse de la demande de main-d'œuvre causée par le regain de croissance après-guerre, à l'amélioration des systèmes éducatifs, et à l'instauration de la protection sociale. Selon l'auteur, ces facteurs, qui ont relégué les inégalités au second plan du débat public et de la recherche pendant la Guerre froide, ont été aggravés par les considérations politiques qui ont marqué cette époque. Chacun des deux camps tenait à se présenter comme celui où les inégalités de classe étaient les moins prononcées : la lutte entre capitalisme et communisme a mis la science économique au service des objectifs de chacune des deux idéologies.



**VISIONS OF INEQUALITY**  
From the French Revolution to the End of the Cold War

Branko Milanovic  
Belknap Press

Cambridge, MA,  
2023, 368 pages,  
32,95 dollars

La situation a changé ces dernières décennies. Les inégalités sont revenues sur le devant de la scène pour plusieurs raisons, liées aux institutions et politiques économiques, et aux effets différenciés des

évolutions technologiques et de la mondialisation sur les travailleurs et les entreprises. Ainsi, le rôle redistributeur de l'État s'est affaibli à mesure que la fiscalité est devenue moins progressive et que la protection sociale a fait les frais du durcissement des contraintes budgétaires, poussant les économistes à accorder une attention renouvelée

aux inégalités. Celles-ci se sont creusées non seulement dans les pays occidentaux, surtout aux États-Unis, mais aussi en Russie post-soviétique et dans les grands pays émergents comme la Chine et l'Inde.

Milanovic conclut en montrant comment les économistes contemporains ont élargi le champ de l'étude des inégalités. Les travaux de Thomas Piketty sont éloquents à cet égard, notamment parce qu'ils ont approfondi la compréhension du rôle du patrimoine et des revenus hors travail. Loin de se cantonner à l'analyse des marchés, approche typiquement néoclassique, l'étude des inégalités dépasse la simple question des revenus monétaires, pour englober les structures de pouvoir politiques et sociales, les inégalités entre les sexes et en fonction des origines ethniques. De plus, les inégalités ne sont plus appréhendées seulement au sein d'un même pays, mais à l'échelle mondiale ; à cet égard, les travaux de Milanovic sont novateurs.

Lueur d'espoir : si les inégalités se sont creusées au sein des pays, elles se sont réduites à l'échelle du monde, ce que l'on observe en faisant la somme des inégalités à l'intérieur des pays et entre eux. Les niveaux de revenu des pays en développement se rapprochent de ceux des pays riches. Toutefois, la convergence économique mondiale sera mise à mal à mesure que les perspectives de croissance s'assombrissent (surtout dans les pays en développement), que les tensions géopolitiques et que le risque de fragmentation

géoéconomique menacent les échanges commerciaux et les investissements, et que la technologie modifie la structure des avantages comparatifs des différents pays.

*Visions of Inequality* est un ouvrage théorique important, mais il est aussi agréable à lire. L'examen méthodique de l'évolution de la pensée économique des inégalités y côtoie des portraits saisissants de grands économistes et des descriptions captivantes de la société et de l'organisation politique de leur temps.

Ce regain d'intérêt pour les inégalités est opportun : comme l'a montré Walter Scheidel dans son ouvrage *Une Histoire des inégalités, De l'âge de pierre au XXI<sup>e</sup> siècle*, quand celles-ci persistent à des niveaux trop élevés, la situation peut mal tourner. **F&D**

**ZIA QURESHI** est chercheur principal auprès du programme économique et de développement mondial de la Brookings Institution.

## La société prospère

Vivek Arora

**P**ARMI LES PREMIERS SOUVENIRS d'université de nombreux macroéconomistes figurent la « règle d'or » de l'épargne, les microfondations de la théorie des salaires et de l'emploi et les théories structuralistes du chômage. Edmund Phelps, l'économiste à l'origine de ces idées fondamentales, entre autres, et lauréat du prix Nobel d'économie 2006, est l'auteur d'un nouveau livre qui, comme son titre entraînant l'évoque, décrit son parcours intellectuel, de ses toutes premières théories il y a plus de 60 ans à ses plus récentes. Il y explique comment elles lui sont venues et parle des personnes qu'il a rencontrées chemin faisant et des idées qu'ils ont partagées.

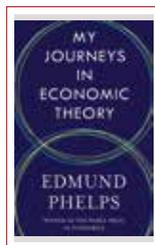
Il raconte comment il a trouvé l'inspiration auprès des grands esprits qu'il a côtoyés, y compris des sommités de l'économie moderne, du monde de l'art, de l'opéra et de la littérature.

N'importe laquelle des théories citées plus haut pourrait être à elle seule la réalisation d'une vie entière, mais E. Phelps reste modeste : ces travaux piliers sont importants, mais « [demandent] ... peu d'imagination théorique » et ne sont pas des « avancées radicales dans la théorie économique ».

Sa véritable passion, et ce qu'il considère comme son

œuvre majeure, est sa théorie plus récente de « prospérité de masse ». La prospérité va au-delà de la réussite obtenue sur un marché libre et de la richesse purement matérielle. Elle sous-entend aussi l'épanouissement : être satisfait au travail, avoir un travail gratifiant et plus largement de mener une « vie bonne » au sens des philosophes et des économistes des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles.

« L'innovation autochtone » est un concept clé de la théorie d'Edmund Phelps. Ce concept, à la différence de l'innovation au sens traditionnel que lui donne Robert Solow ou Joseph Schumpeter, n'est ni exogène, ni importé, ni l'apanage d'inventeurs ou d'entrepreneurs de renom. Il découle plutôt de l'ingéniosité de gens ordinaires dans l'exercice de leurs activités quotidiennes. E. Phelps tient pour thèse que l'adhésion à certaines valeurs « modernes », comme l'individualisme, la vitalité ou l'affirmation de soi, a tendance à favoriser l'innovation autochtone, elle-même moteur de productivité, de croissance et d'épanouissement.



**MY JOURNEYS  
IN ECONOMIC  
THEORY**

Edmund Phelps

Columbia University Press

New York, NY,  
2023, 248 pages,  
27,95 dollars

Pour E. Phelps, l'érosion des valeurs modernes de ces dernières décennies dans les pays avancés a contribué à la stagnation relative de la productivité et des salaires réels. La politique

économique aurait donc pour objectif d'aider la société à retrouver ces valeurs afin de susciter une nouvelle vague de dynamisme et d'innovation, et ce en relevant les immenses défis que sont le changement climatique, la transition numérique et la situation précaire des personnes à faible revenu.

Si pour les économistes plus conventionnels, la théorie d'E. Phelps paraît trop vaste, il est bon de savoir qu'il n'est pas isolé. On retrouve sa vision plus large des choses, dans diverses formes, chez des économistes notoires : dans son dernier livre sur les inégalités, Angus Deaton (autre lauréat du prix Nobel) souligne la nécessité pour l'économie d'inscrire le bien-être humain dans une optique plus large, au-delà de la simple performance sur le marché.

Bien sûr, cette théorie a ses limites. D'aucuns pourraient estimer que l'objectif de l'épanouissement et de la satisfaction au travail, certes motivant, n'est envisageable que dans les sociétés les plus riches plutôt que dans celles où beaucoup de personnes luttent juste pour gagner leur vie. E. Phelps reconnaît ne pas avoir encore pleinement articulé sa théorie en un cadre conceptuel, prêt à être testé. En outre, l'argument selon lequel une société tire son dynamisme de sa culture et de ses valeurs, et pas simplement des mesures d'incitation mises en place, doit tenir compte de l'observation selon laquelle les résultats économiques d'une société peuvent suivre une tout autre trajectoire lorsque ces mesures incitatives sont modifiées, par exemple par le biais de réformes. Les cas de l'Asie, y compris la Chine au cours des dernières décennies, et de l'Europe de l'Est après la Guerre froide, en sont des exemples manifestes. Et le taux de productivité souvent élevé des immigrants dans leurs pays d'adoption témoigne de l'influence de l'environnement économique sur le sort des individus.

Le livre d'E. Phelps est profond, ambitieux et novateur, et allie une profondeur d'analyse à un réel souci de décrire, dans le cadre des sciences économiques, la vie non pas « d'agents économiques », mais de vrais êtres humains. Le lecteur est sûr d'en retirer une vision plus large de l'économie et de ses possibilités. **F&D**

**VIVEK ARORA** est directeur adjoint du bureau indépendant d'évaluation du FMI.

# Oiseau rare

Analisa R. Bala

*La mobilisation autour de l'oiseau national des Philippines pourrait juguler son rapide déclin*



Le nouveau billet philippin de 1 000 pesos a été mis en circulation l'année dernière.

**PLUS DE 2 MÈTRES D'ENVERGURE**, des yeux gris-bleu acier et une crête façon crinière. L'aigle des Philippines est l'un des rapaces les plus imposants et remarquables de la planète. Il est aussi exposé à un risque élevé d'extinction, d'après l'Union internationale pour la conservation de la nature, source d'informations exhaustive sur les animaux, champignons et plantes menacés.

Cet aigle, que l'on ne trouve que sur quatre îles des Philippines, figure sur le nouveau billet de 1 000 pesos pour « souligner l'importance de la préservation des espèces menacées », indique Sara Curtis, directrice à la banque centrale du pays. Le suivi des oiseaux étant très difficile, « nous manquons cruellement d'informations sur leur répartition et la taille de leur population », explique Dennis Salvador, directeur général de la Philippine Eagle Foundation (PEF) et coauteur d'une récente étude dans la revue *Animal Conservation*, d'après laquelle il ne resterait que 392 couples potentiels d'aigles.

Les couples ont besoin d'environ 4 000 à 11 000 hectares de forêt pour survivre. Leur territoire, qui couvrait autrefois 90% de la superficie des Philippines, soit environ 27,5 millions d'hectares de couvert forestier, s'est réduit à seulement 7 millions d'hectares, d'après les données du ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles.

La PEF, qui se consacre à la survie de ces oiseaux, travaille avec les collectivités forestières au reboisement et à la protection

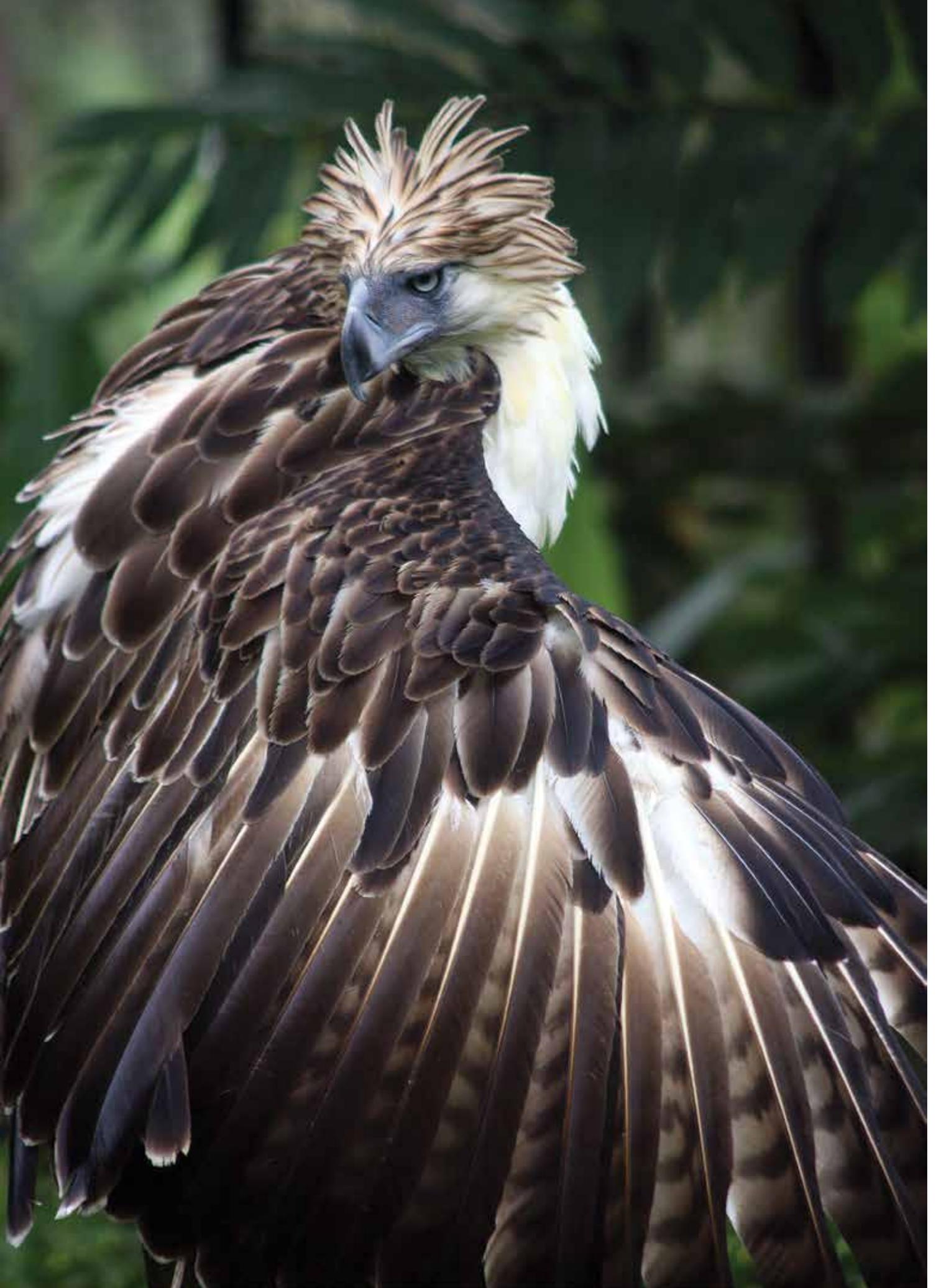
de zones sécurisées afin que les aigles puissent se déplacer et chasser en toute sérénité. Mais pour D. Salvador, la survie des aigles passera par une action massive.

Pour susciter une prise de conscience, les anciens présidents Fidel Ramos et Joseph Estrada ont eu recours à deux proclamations, l'une pour faire de l'aigle l'oiseau national et l'autre pour instaurer la semaine de l'aigle des Philippines. De plus, l'aigle figure au recto du nouveau billet de banque de 1 000 pesos émis en avril. Symbole de « la force et [du] goût de la liberté des Philippines » selon S. Curtis, il y côtoie la fleur nationale, la *sampaguita* (une espèce de jasmin).

Les caractéristiques graphiques et signes de sécurité de ce billet en polymère (une première pour le pays) lui ont valu la récompense de billet de l'année 2022, décernée par l'International Banknote Society.

Même si l'aigle a gagné un sursis grâce à la sensibilisation de l'opinion publique et à une loi nationale sur la protection de la faune, la PEF élève des spécimens en captivité pour éviter son extinction. Dans le magazine *Living Bird*, D. Salvador se voulait optimiste : « Nous avons une réelle chance de sauver les aigles, même avec le peu de spécimens restants. C'est une question de volonté politique ». **F&D**

**ANALISA R. BALA** fait partie de l'équipe de rédaction de Finances & Développement.





**Actuel.  
Pertinent.  
Gratuit.**



**PUBLICATIONS**

L'économie mondiale à portée de main

[IMF.org/pubs](http://IMF.org/pubs)

