



$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
 $a^2 + b^2 = c^2$
 $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
 $\frac{d}{dx} x^n = n x^{n-1}$

LA DIVERSITÉ *des* TALENTS *est un* CADEAU

Plus d'égalité, pour plus de richesse

Ruchir Agarwal, Ina Ganguli et Patrick Gaule

Le talent peut éclore n'importe où, mais il y a très peu d'endroits où des spécialistes s'emploient à le cultiver. Depuis des siècles, les individus talentueux partent donc à l'étranger pour tenter leur chance. Aristote, par exemple, a quitté la Grèce du Nord et rejoint Athènes pour étudier à l'Académie de Platon, avant de s'installer en Macédoine, où il est devenu le précepteur du jeune Alexandre le Grand. Depuis la Deuxième Guerre mondiale, les États-Unis sont un pôle d'attraction pour les talents étrangers et jouent un rôle de tout premier plan dans le réseau mondial du savoir qui sous-tend l'activité scientifique depuis quelques décennies.

La politique d'immigration américaine pourrait donc avoir des conséquences non négligeables sur l'activité scientifique aux États-Unis comme dans le reste du monde. Des études ont été consacrées à l'impact potentiel de cette politique sur la compétitivité du secteur américain des sciences et de l'innovation ; en revanche, les chercheurs se sont moins intéressés à la façon dont ces obstacles à l'immigration pourraient aussi freiner l'activité scientifique *mondiale*.

Dans ce contexte, notre article récent intitulé « Why U.S. Immigration Barriers Matter for the Global Advancement of Science » montre que la production scientifique mondiale des générations futures pourrait augmenter de 42 % si tous les jeunes talents avaient les mêmes chances d'entretenir leurs savoirs. Pour atteindre cet objectif, nous pensons qu'il faudrait supprimer une partie des obstacles à l'immigration et accorder plus de bourses aux étudiants étrangers les plus brillants, originaires de pays en développement en particulier.

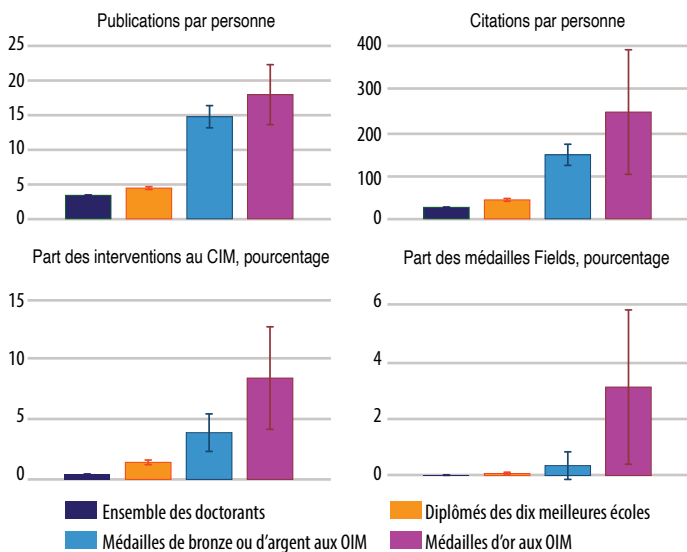
L'effet quantitatif des obstacles à l'immigration sur la science et les flux transfrontaliers mondiaux est encore assez peu étudié, principalement parce qu'il est difficile de collecter et de relier entre elles des données sur les migrations et sur la production scientifique à l'échelle mondiale. Il est pourtant essentiel et opportun d'examiner l'impact des obstacles américains à l'immigration sur les progrès de la science dans le monde, surtout compte tenu de l'interruption des déplacements transfrontières consécutive à la pandémie de COVID-19 et aux évolutions des politiques d'immigration. Par exemple, le nombre de visas d'études (F-1) délivrés par les États-Unis a diminué de 70 % entre l'exercice budgétaire 2019 et le suivant. De surcroît, le 25 septembre 2020, le département américain de la Sécurité intérieure a proposé de supprimer les visas valables pour la « durée du statut » qui étaient accordés aux étudiants et aux participants de programmes d'échange (ainsi qu'aux journalistes) ; pour ces catégories-là, venir étudier aux États-Unis deviendrait beaucoup plus difficile et coûteux. Bon nombre de ceux qui ne peuvent plus aller travailler et étudier aux États-Unis en raison des restrictions récentes concernant l'immigration et les voyages représentent un gros pourcentage des talents les plus éminents de la planète.

Dans un article intitulé « Invisible Geniuses: Could the Knowledge Frontier Advance Faster? », paru dans *American Economic Review: Insights* en décembre 2020, nous étudions la manière dont les limites du savoir mathématique sont repoussées. Cette discipline nous fournit en effet un laboratoire naturel pour comprendre d'où arrivent les connaissances les plus en pointe, et ce grâce aux

Graphique 1

Parcours professionnel des médaillés aux OIM

Ceux qui étaient exceptionnellement doués à l'adolescence deviennent des mathématiciens bien plus performants que leurs pairs.



Source : Ruchir Agarwal et Patrick Gaule, 2020. « Invisible Geniuses: Could the Knowledge Frontier Advance Faster? », *American Economic Review: Insights*, vol. 2, n° 4, p. 409–24.

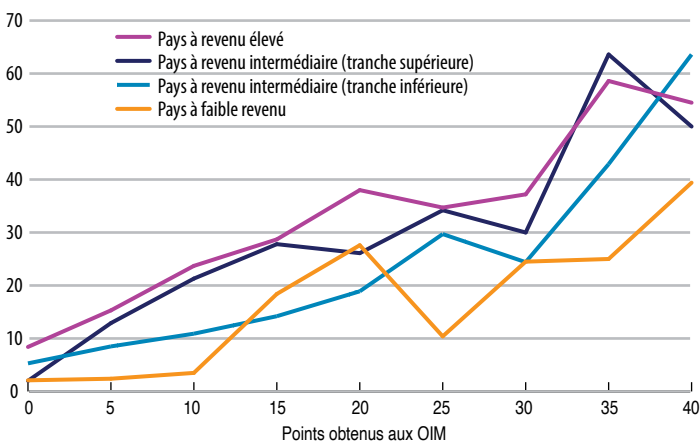
Note : Le graphique traite les données relatives à 89 068 docteurs en mathématiques. En moyenne, 8 % environ des participants aux OIM décrochent la médaille d'or, 16 % l'argent, et 24 % le bronze. CIM = Congrès international des mathématiciens ; OIM = Olympiades internationales de mathématiques.

Graphique 2

Résultats aux OIM et doctorats de mathématiques

Les participants affichant de meilleurs scores aux Olympiades obtiennent plus de doctorats en mathématiques, mais la proportion est moindre parmi ceux qui viennent de pays à plus faible revenu.

(Part des docteurs en mathématiques, pourcentage)



Source : Ruchir Agarwal et Patrick Gaule, 2020. « Invisible Geniuses: Could the Knowledge Frontier Advance Faster? », *American Economic Review: Insights*, vol. 2, n° 4, p. 409–24.

Note : Le graphique traite les données relatives à 4 710 participants aux OIM. Les catégories de revenu sont celles de la classification établie par la Banque mondiale. OIM = Olympiades internationales de mathématiques.

Olympiades internationales de mathématiques (OIM), un concours mondial prestigieux ouvert aux meilleurs des lycéens. Plus de 100 pays participent chaque année à cette manifestation créée en 1959 et réservée aux jeunes de moins de 20 ans. Nous avons recueilli manuellement les données relatives au parcours de tous les candidats inscrits à ces Olympiades entre 1981 et 2000 (soit 4 710 personnes, dont 2 272 médaillés). Nous avons observé une corrélation étroite entre la réussite à ce concours et de nombreux indicateurs de productivité scientifique, y compris l'obtention de la médaille Fields. Cette dernière est l'équivalent, pour les mathématiques, du prix Nobel, et elle est remise tous les quatre ans à un maximum de quatre candidats de moins de 40 ans. Nos travaux montrent qu'un médaillé d'or aux OIM (candidat situé dans le décile supérieur du classement) a 50 fois plus de chances de décrocher la médaille Fields qu'un étudiant ayant obtenu son doctorat dans le cadre d'un des dix meilleurs programmes mondiaux de mathématiques.

Dans le même temps, nous avons constaté qu'être originaire d'un pays en développement était un handicap, ce dont témoignait la distribution des talents. Par rapport à leurs homologues provenant de pays à revenu élevé qui avaient les mêmes résultats qu'eux aux OIM, les participants de pays à revenu intermédiaire ou faible contribuent beaucoup moins aux publications de recherche tout au long de leur vie (graphique 1). Nous sommes parvenus à cette conclusion après avoir recensé les travaux publiés par chacun d'entre eux (comme indicateur de leurs recherches) et le nombre de fois où ces travaux étaient cités par d'autres (comme indicateur de leur influence). À talent égal, un participant originaire d'un pays à faible revenu produit 34 % de publications mathématiques en moins, et ses travaux font l'objet de 56 % de citations en moins qu'un participant issu d'un pays à revenu élevé (graphique 2). Ces résultats semblent globalement indiquer que la science gagnerait beaucoup à un assouplissement des obstacles qui empêchent les individus d'émigrer vers des pays où ils peuvent cultiver leur talent.

Notre étude récente, coécrite avec Geoff Smith, permet de quantifier l'effet des obstacles à l'immigration sur le progrès scientifique en utilisant des séries de données sélectionnées par nos soins et portant sur des profils brillants : lauréats du prix Nobel, récipiendaires de médailles Fields et participants aux OIM. Nous combinons nos séries sur les carrières avec des données d'enquête collectées dernièrement, qui concernent 610 participants récents aux OIM et fournissent des informations sur les universités où ils

ont postulé, ont été admis et ont étudié. L'enquête contient également une série de questions sur le choix que ferait le répondant s'il avait accès à des universités dans différents pays (s'il bénéficiait ou non du financement requis). Ces questions nous éclairent sur le rôle des obstacles financiers qui dissuadent les candidats d'émigrer pour étudier.

Notre analyse met en lumière principalement quatre résultats. Premièrement, à l'aide des données sur les lauréats du prix Nobel et de la médaille Fields, nous attestons du rôle central des émigrants vers les États-Unis dans le réseau mondial du savoir, puisqu'ils représentent de 21 à 33 % de ces pionniers de la connaissance (graphique 3).

Deuxièmement, nous nous servons de nos nouvelles données d'enquête et des parcours de médaillés des OIM que nous avons sélectionnés pour montrer que les émigrants vers les États-Unis sont bien plus productifs que les autres, quel qu'ait été leur talent à l'adolescence. Ils sont *quatre à six fois plus productifs* que leurs condisciples restés dans le pays, tandis que les émigrants vers le Royaume-Uni sont *deux fois plus productifs* que les non-émigrants. Ici, le terme de « non-émigrants » renvoie aux étudiants n'ayant pas quitté leur pays d'origine. À l'aide des renseignements sur les futurs postes des médaillés, nous montrons que la prime liée à l'émigration aux États-Unis est imputable, à parts à peu près égales, à la marge extensive (les migrants sont plus susceptibles d'opter pour une carrière universitaire quand ils émigrent aux États-Unis) et à la marge intensive (autrement dit, parmi ceux qui choisissent d'enseigner les mathématiques à l'université, ceux qui émigrent aux États-Unis sont plus productifs que ceux qui restent).

Troisièmement, nous disposons d'éléments attestant que les coûts de financement sont un facteur dissuasif important pour les candidats à l'émigration vers les États-Unis. En particulier, 66 % des participants aux OIM originaires de pays en développement que nous avons interrogés rêvent d'étudier aux États-Unis, mais 25 % seulement y parviennent. Le financement semble un obstacle décisif, expliquant l'écart entre les rêves et les destinations effectives des jeunes étudiants les plus brillants. Pour 40 % des répondants, pouvoir compter sur une aide financière était « très important », voire « extrêmement important », dans le choix entre plusieurs établissements pour effectuer leur premier cycle universitaire, et la part passe à 56 % parmi les étudiants de pays en développement.

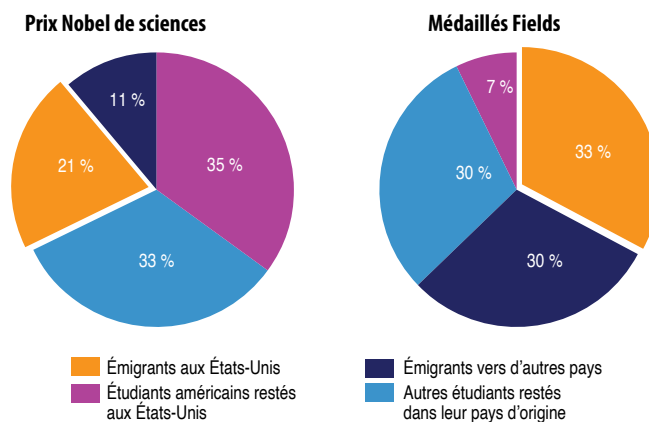
Quatrièmement, d'après nos conclusions, certaines inflexions politiques qui diminueraient les obstacles à l'immigration aux États-Unis — en réglant les difficultés financières des étudiants étrangers les plus doués — pourraient même accroître de 42 % la production scientifique mondiale des cohortes de futurs talents. Un tel gain s'explique par la combinaison de deux facteurs : les personnes compétentes sont bien plus productives aux États-Unis que

Graphique 3

Récompenses prestigieuses obtenues par les étudiants étrangers

Les étrangers qui ont émigré aux États-Unis représentent 21 % des nobélisés en sciences et 33 % des médailles Fields dans le monde.

(Part des docteurs en mathématiques, pourcentage)



Source : R. Agarwal, I. Ganguli et P. Gaule. À paraître. « Why US Immigration Barriers Matter for the Global Advancement of Science », document de travail du FMI, Fonds monétaire international, Washington DC.

dans leur pays (comme il en a été question plus haut), et un grand nombre de talents aspirent à émigrer aux États-Unis sans en avoir les moyens. L'octroi de bourses pourrait donc être décisif. Bien sûr, il est important aussi d'aider davantage les jeunes à développer leur talent chez eux, y compris en formant ceux qui préfèrent ne pas émigrer et ceux qui ne le peuvent pas. Pour résoudre ce problème, il faut de meilleurs établissements de recherche dans plus de pays afin de cultiver les talents nationaux, mais aussi proposer des solutions financières aux jeunes talents qui rêvent d'étudier à l'étranger.

Ces derniers temps, la pandémie et les politiques de restriction de l'immigration ont créé de nouveaux obstacles aux migrations universitaires, ce qui prive des étudiants doués de la possibilité d'améliorer leurs compétences et en contraint beaucoup à choisir un environnement d'études au rabais, ne correspondant ni à leurs souhaits ni à leurs capacités. Et l'humanité est ainsi privée d'innombrables découvertes potentielles. Selon nous, il est temps que les dirigeants du monde entier et la communauté scientifique prennent des mesures afin de garantir l'égalité des chances pour les cerveaux et d'accélérer les progrès de la science et du savoir dans le monde. **FD**

RUCHIR AGARWAL est économiste principal au département Asie et Pacifique du FMI, **INA GANGULI** est professeure associée à l'Université du Massachusetts, à Amherst, et **PATRICK GAULE** est maître de conférences en économie à l'Université de Bath, au Royaume-Uni.