

CARTE
BLANCHEVice et vertu de
l'incompréhensible

Par ÉTIENNE GHYS

L'université de Montpellier vient de mettre en ligne quelque 18 000 pages de manuscrits inédits du mathématicien Alexandre Grothendieck, décédé en 2014. Les médias se sont emparés de la nouvelle. On apprend que Grothendieck était le « dernier génie des mathématiques », qu'il s'agit d'un « événement mondial », un « défi à l'intelligence humaine », un « Himalaya des mathématiques » et que « chaque page manuscrite nécessite une dizaine d'heures de travail pour un géomètre algébriste rompu aux gribouillis grothendiekiens ». Et les journalistes d'ajouter qu'ils ne comprennent rien à tous ces textes mathématiques. La presse – et peut-être le public – raffole du mythe du mathématicien incompréhensible, si possible un peu fou. Alors on rêve que, peut-être, ces manuscrits contiennent une théorie qui révolutionnera la science... mais que personne ne comprendra. Un fantasme ?

Il faut dire que Grothendieck représente le prototype du savant tel qu'on aime l'imaginer. Né en 1928, à Berlin, d'un père ukrainien et d'une mère allemande, tous deux anarchistes, il est entraîné par l'Histoire. Ses parents quittent l'Allemagne pour l'Espagne en 1934. En 1939, le petit Alexandre est envoyé en France. Son père décède à Auschwitz. Après la guerre, il « monte à Paris » et l'aventure mathématique commence. Une vingtaine d'années plus tard, il aura transformé la géométrie algébrique en profondeur. Il reçoit la médaille Fields en 1966 mais refuse d'aller la chercher à Moscou. En 1970, sa vie bascule, il décide d'arrêter la recherche scientifique et s'investit à fond dans l'écologie politique. En 1990, il se retire dans un village en Ariège, où il vit en ermite jusqu'à son décès, en novembre 2014.

Brouillons d'articles et gribouillis

Alors, ces manuscrits ? Je n'en sais rien. J'ai beaucoup de mal à en déchiffrer l'écriture, je n'ai pas lu les 18 000 pages, et je ne suis pas rompu à ce genre de gribouillis. Je n'y comprends pas grand-chose non plus. J'y vois surtout des brouillons d'articles parus par la suite dans des revues scientifiques, des textes préliminaires, et en effet pas mal de petits dessins qui ressemblent à des gribouillis, au dos de listings d'ordinateurs des années 1970. J'ai peut-être tort mais je pense que les géomètres algébriques d'aujourd'hui ont autre chose à faire que de se plonger dans ces vieux papiers. En revanche, on peut penser que cela engendrera probablement des travaux passionnants d'historiens qui pourront analyser la genèse des idées chez ce génie. Peut-être pas un événement mondial.

On sait que le niveau mathématique moyen des Français n'est pas fameux, comme le montrent toutes les enquêtes internationales. Pour motiver les jeunes, faut-il leur présenter des modèles inaccessibles et incompréhensibles, à la Grothendieck ? L'incompréhension peut-elle fasciner ? C'est peut-être le cas pour certains, mais je crains que la réaction de la majorité ne soit : « les maths, c'est pas pour moi, j'y comprends rien ». Moi aussi, dès que je ne comprends pas un texte mathématique, je m'ennuie.

Il ne faut pas nier l'importance des génies dans le développement de la science, mais sans oublier qu'ils ne peuvent éclore que dans un terrain propice. Sans des mathématiciens « normaux » et inconnus, les Newton, Gauss, Galois ou Grothendieck n'auraient pas existé. Les historiens des sciences ne limitent plus leurs études aux grands hommes mais s'attachent également aux plus modestes. A l'heure où l'« excellence » semble être le mot à la mode dans nos institutions de recherche, il n'est peut-être pas inutile de rappeler l'existence de chercheurs anonymes qui font bien leur travail, en toute simplicité. Il faut s'y résigner : les journaux ignorent les gens normaux et préfèrent forcer le trait en parlant des génies. ■

Étienne Ghys

Mathématicien, directeur de recherche (CNRS) à l'École normale supérieure de Lyon
etienne.ghys@ens-lyon.fr

A quand la reconnaissance de la stimulation magnétique transcrânienne en France ?

TRIBUNE - Un collectif de médecins spécialistes plaide pour l'encadrement de cette thérapeutique innovante, dont les indications sont nombreuses : dépression, douleurs chroniques...

Développée depuis le milieu des années 1980, la stimulation magnétique transcrânienne répétée (en anglais : *Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation*, rTMS) est une technique de neurostimulation non invasive. Elle consiste, par l'intermédiaire d'un champ magnétique appliqué à la surface du scalp, à moduler l'activité des neurones et d'un ensemble de réseaux cérébraux connectés avec la zone initialement stimulée. Selon le type de stimulation, le fonctionnement de certaines régions du cerveau va être soit activé, soit inhibé, et c'est cette modulation temporaire qui va avoir un impact thérapeutique dans un grand nombre de maladies qui mettent en jeu le système nerveux central.

Les indications sont en effet nombreuses dans le champ de la psychiatrie (principalement, la dépression et certains symptômes de la schizophrénie) et de la neurologie (principalement, les douleurs neuropathiques chroniques). Les données scientifiques sont désormais robustes, et plusieurs conférences de consensus et recommandations internationales convergent pour reconnaître les indications validées (dépression, douleur) et celles qui nécessitent encore des développements et des recherches ; définir les précautions d'emploi du traitement et le cadre réglementaire dans lequel il doit être utilisé.

Alors que les autorités sanitaires de nombreux pays (Canada, Israël, Nouvelle-Zélande, Australie, Etats-Unis, Tchèque, Finlande, Allemagne) ont validé la rTMS comme outil thérapeutique, ce qui permet d'encadrer tant la pratique

que la valorisation de cette activité au sein des établissements de santé, ce n'est toujours pas le cas en France.

Pourtant, la rTMS s'y est largement développée au cours des dix dernières années en pratique clinique, notamment pour le traitement de la dépression et des douleurs (environ 40 centres proposent cette thérapeutique dans la dépression résistante). Dans le cadre de la psychiatrie, une équipe nantaise a récemment publié deux études, l'une évaluant le coût de production d'une cure de rTMS dans la dépression (environ 2000 euros), et l'autre proposant des pistes de remboursement de ce soin devenu indispensable (*Revue d'épidémiologie et de santé publique*, juin 2017). Le développement de la rTMS en pratique clinique répond à une double nécessité : proposer des solutions thérapeutiques adaptées à chaque malade, mais aussi des soins avec un très faible niveau de risque d'effets indésirables.

Pour le traitement de la dépression, la relative innocuité et les effets procognitifs (amélioration des capacités attentionnelles et de l'exécution de tâches cognitives rapportée chez les sujets sains et chez les patients déprimés) rendent cette technique plus acceptable et plus accessible que l'électroconvulsivothérapie, plus efficace mais plus contraignante (sous anesthésie générale) et ressentie parfois comme plus stigmatisante par les patients. De plus, la mise en œuvre de la rTMS est relativement simple, ce qui permet un traitement en ambulatoire, avec cependant la nécessité et la contrainte de répéter les séances durant plusieurs

LES AUTORITÉS
SANITAIRES
DE NOMBREUX PAYS
ONT VALIDÉ
CETTE APPROCHE
COMME OUTIL
THÉRAPEUTIQUE

semaines à l'hôpital pour obtenir un effet thérapeutique durable. Une autre technique de stimulation cérébrale superficielle, la stimulation directe à courant continu, potentiellement utilisable à domicile, semble prometteuse dans différentes pathologies (dépression, schizophrénie, addictions), mais les résultats sont encore préliminaires. Le développement de l'utilisation de la rTMS en psychiatrie en France a été réalisé sous l'impulsion de l'Association française de psychiatrie biologique et de neuropsychopharmacologie (AFPBN) grâce aux membres de la section STEP (Stimulation transcrânienne en psychiatrie) qui, depuis 2007, organisent des formations annuelles et proposent des programmes de recherche autour des techniques de stimulation transcrânienne non invasives. Près de 300 professionnels de santé ont ainsi été formés. Plusieurs centaines de malades ont eu recours à cette thérapeutique, mais la situation reste ambiguë puisque la Haute Autorité de santé (HAS) ne s'est toujours pas prononcée sur le cadre réglementaire d'utilisation de la rTMS.

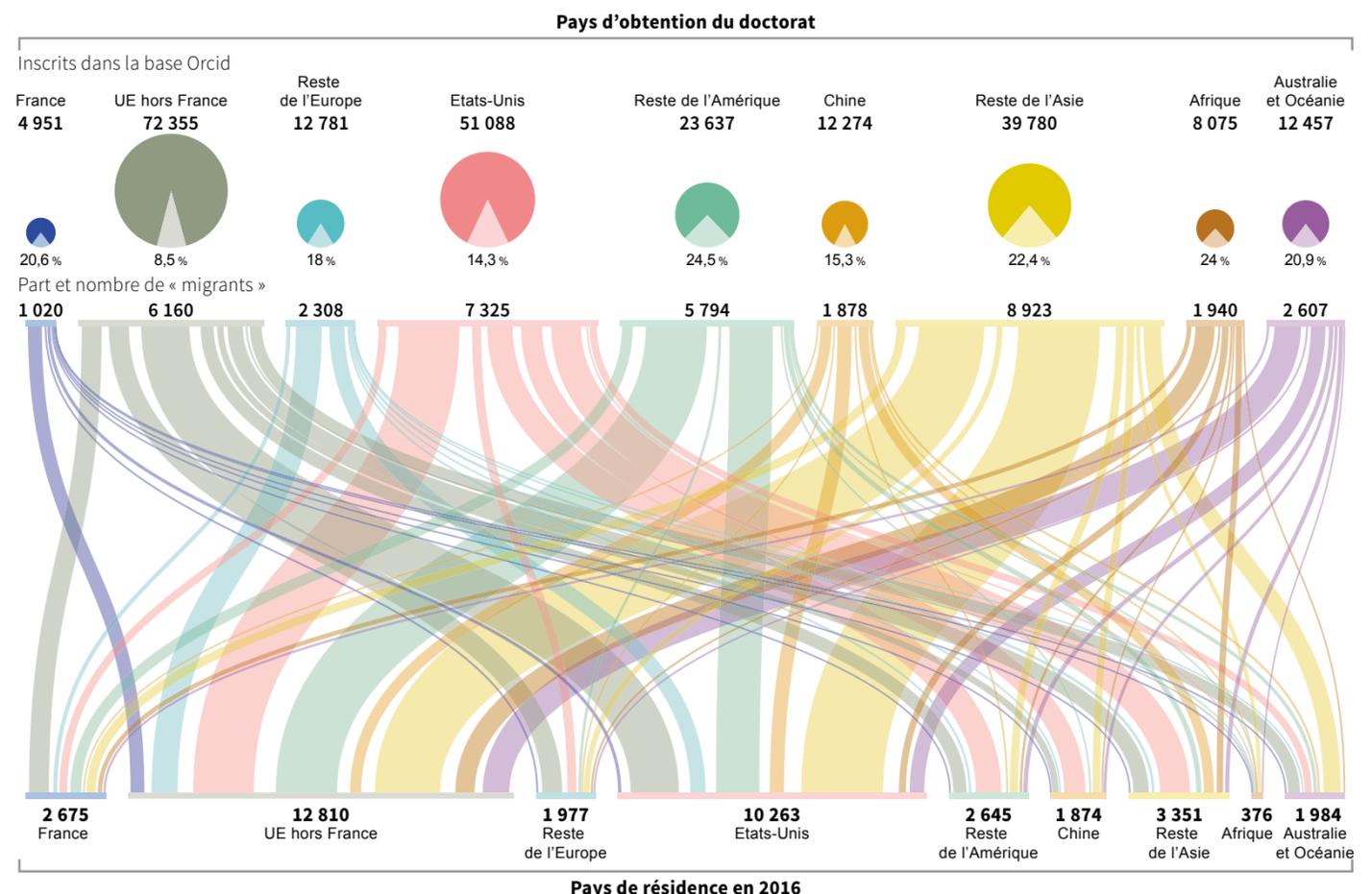
Aujourd'hui, il nous apparaît indispensable d'encadrer cette pratique, en lui accordant une reconnaissance officielle et une place dans les stratégies thérapeutiques. Des dérives sont observées avec des praticiens qui proposent la rTMS dans des indications non validées et facturent des séances au prix d'acte d'exploration neurophysiologique à défaut d'autres solutions de tarifications de l'acte médical. Cela discrédite la technique, fait perdre du temps, voire de l'argent, et suscite de faux espoirs pour les malades.

Aussi, des sociétés savantes comme l'AFPBN et la Société de neurophysiologie clinique de langue française (SNCLF) s'interrogent sur le devenir de la rTMS en France, mais au-delà, de toutes les techniques de stimulation transcrâniennes non invasives. Il est grand temps d'avancer et de permettre aux malades souffrant de maladies psychiatriques (plus d'un million de patients dépressifs seraient ainsi concernés) ou d'un syndrome douloureux, chronique notamment, d'accéder, comme dans d'autres champs de la santé, à des solutions thérapeutiques innovantes. ■

¶ Emmanuel Haffen, Pr Emmanuel Poulet, Dr Anne Sauvaget, Dr David Szekely de l'Association française de psychiatrie biologique et neuropsychopharmacologie (AFPBN) - Stimulation transcrânienne en psychiatrie (STEP) ; Pr Jean-Pascal Lefaucheur, de la Société de neurophysiologie clinique de langue française (SNCLF).

Le supplément « Science & médecine » publie chaque semaine une tribune libre. Si vous souhaitez soumettre un texte, prière de l'adresser à sciences@lemonde.fr

LES FLUX MIGRATOIRES DES SCIENTIFIQUES



INFOGRAPHIE : PHILIPPE DA SILVA

SOURCES : ORCID, BOHANNON, GRULLON, SCIENCE

Il y a 8 millions de scientifiques dans le monde. Trois millions sont référencés par l'Open Researcher and Contributor ID (Orcid), un système qui leur attribue un identifiant numérique afin de prévenir les confusions dues aux homonymies. La revue *Science* a

eu l'idée d'explorer cette base de données pour analyser leurs déplacements – 740 000 utilisateurs d'Orcid ont enrichi leur profil pour en faire un CV public. Nous avons repris une partie de ces chiffres, qui offrent des aperçus intéressants sur les mœurs

migratoires des scientifiques, malgré certains biais, comme la sur-représentation des jeunes chercheurs. On note en particulier la puissance d'attraction des Etats-Unis et de l'Union européenne (les mouvements intracommunautaires ne sont

pas représentés), et la forte émigration asiatique. *Science* relève que les entrées aux Etats-Unis ont connu un coup de frein après le 11 septembre 2001 : le retour au niveau antérieur n'est intervenu qu'en 2008. ■

HERVÉ MORIN