

Le sexe des maths

On a longtemps cru que les hommes étaient plus doués que les femmes pour les mathématiques. Démenti par l'attribution de la médaille Fields à Maryam Mirzakhani, le préjugé subsiste

ANNE CHEMIN

L'Histoire offre parfois de jolis clins d'œil. L'Iranienne Maryam Mirzakhani, la première femme lauréate de la médaille Fields – l'équivalent du prix Nobel en mathématiques –, a fait son doctorat à Harvard, une université dont le président affirmait, en 2005, que l'absence de femmes parmi les grands mathématiciens était liée à des phénomènes biologiques. Nul ne sait ce que l'étudiante iranienne pensait alors des déclarations de son président mais elle lui a adressé, une petite décennie plus tard, un malicieux pied de nez : « *Je serais très heureuse que cette médaille encourage de nombreuses jeunes femmes scientifiques et mathématiciennes dans cette voie. Je suis sûre que beaucoup d'autres femmes gagneront ce genre de prix dans les années qui viennent* », a-t-elle déclaré en recevant la médaille Fields, à la mi-août.

En affirmant que les femmes présentent moins d'« aptitudes intrinsèques » pour les mathématiques que les hommes, le président de Harvard, Larry Summers, avait provoqué une tempête qui avait rapidement débordé le cadre tranquille de ce bastion de l'establishment libéral. Il avait eu les honneurs du *New York Times*, reçu une avalanche de courriers et fait l'objet d'une motion de défiance émanant de la faculté des arts et des sciences de Harvard. Neuf ans plus tard, cette vieille querelle sur l'inné et

l'acquis n'est pas morte : aujourd'hui encore, certains continuent d'affirmer que la prédominance des hommes dans les filières scientifiques est liée à des prédispositions naturelles, tandis que d'autres insistent sur le rôle des apprentissages culturels et sociaux.

Les partisans de l'inné reprennent à leur compte une idée qui a une très longue histoire. Au début du XIX^e siècle, l'inventeur de la « phrénologie », le neurologue autrichien Franz Joseph Gall, affirme que les reliefs du crâne indiquent les penchants innés de l'esprit humain. La bonté, l'orgueil, la sagacité ou même la bienveillance sont, selon lui, localisés dans une région du cerveau : si ce trait de caractère est particulièrement développé, il laisse, sur le crâne, une « bosse » qui est le signe de cette prédisposition naturelle. C'est ainsi que naît, dans le langage populaire, la fameuse « bosse des maths » – un penchant bien peu développé chez les femmes, selon Franz Joseph Gall.

Une cinquantaine d'années plus tard, le médecin français Paul Broca s'intéresse, lui aussi, à l'anatomie du cerveau. Ce savant, qui est aussi le fondateur, en 1848, de la Société des libres-penseurs, insiste sur la différence de poids entre le cerveau des hommes et des femmes. « *Il est permis de supposer, écrit-il en 1861, que la petitesse relative du cerveau de la femme dépend à la fois de son infériorité physique et de son infériorité intellectuelle.* » Au nom de cette implacable loi naturelle, les mathématiciennes du XIX^e siècle doivent vivre masquées : pour

avoir accès aux cours de l'Ecole polytechnique et correspondre avec le mathématicien allemand Carl Friedrich Gauss, la scientifique française Sophie Germain doit emprunter, dans les années 1800, l'identité d'un de ses amis.

Il faut attendre le XX^e siècle pour que l'on comprenne que le poids du cerveau n'a rien à voir avec ses performances : le cerveau de l'écrivain russe Ivan Tourgueniev pesait plus de deux kilos, celui d'Anatole France à peine un, celui d'Albert Einstein 1,2 kilo. L'idée que les maths ne sont pas destinées aux femmes n'a pas totalement disparu pour autant. « *Quand je disais que j'étais étudiante en maths, on me regardait avec beaucoup de curiosité, comme pour vérifier que je n'étais pas moustachue !*, sourit Stella Baruk, auteure de nombreux livres sur la pédagogie des maths. *Aux yeux de beaucoup, une fille qui faisait des maths était forcément laide et binoclarde. J'ai d'ailleurs vite senti, malgré les encouragements de mes parents, qu'il y avait un plafond de verre : la licence, oui, l'agrégation, pourquoi pas ? la recherche, il ne fallait pas vraiment y penser...* »

« Beaucoup d'autres femmes gagneront ce genre de prix dans les années qui viennent »

MARYAM MIRZAKHANI
médaille Fields 2014

Femmes, échecs et maths

Aux Etats-Unis et en Europe, les filles ont sensiblement le même niveau en mathématiques que les garçons. Elles continuent cependant à éviter les filières scientifiques de l'enseignement supérieur, comme si elles avaient peur d'échouer dans un domaine réputé « masculin »

SUITE DE LA PAGE 1

Les écrits de Gall ou de Broca font aujourd'hui sourire mais la théorie de la prédisposition biologique des garçons pour les maths n'a pas disparu, notamment en Amérique du Nord. La psychologue canadienne Doreen Kimura, professeure à la Simon Fraser University, affirme ainsi que les différences hommes-femmes observées lors de tests sur la rotation mentale d'un objet ou le lancer de précision sont liées à des données génétiques : dès la naissance, affirme-t-elle, les hommes et les femmes n'ont pas les mêmes schémas cognitifs. Une analyse partagée par Steven Pinker, un professeur de psychologie de Harvard qui a défendu Larry Summers en 2005, lors de la controverse sur les femmes et les mathématiques.

Ces tenants du déterminisme biologique mettent en avant des expériences qui montrent que les hommes et les femmes n'ont pas exactement les mêmes aptitudes. Ces tests ne portent pas directement sur les mathématiques, mais sur des tâches qui s'y apparentent – la capacité, par exemple, à se représenter les mouvements d'une figure géométrique, ou le cheminement vers la sortie d'un labyrinthe virtuel. Selon la psychologue Doreen Kimura, les femmes repèrent plus facilement des paires dans des séries d'objets et se souviennent plus aisément de l'arrangement spatial d'une gamme de figures. Les hommes, eux, disposeraient de facilités dans certaines tâches spatiales comme la manipulation imaginaire d'objets en trois dimensions.

Ces expériences sont loin de convaincre

le neurologue Laurent Cohen, chercheur à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière. « *Les études constatent de minuscules différences entre hommes et femmes, mais elles ne nous apprennent rien sur leur origine, car elles ont été réalisées sur des adultes, à un âge où l'inné et l'acquis sont impossibles à démêler. Il faudrait, pour y voir clair, faire des tests à des âges ultra-précoces, ce qui est très difficile. Sur cette question de l'origine, les données de l'IRM [imagerie par résonance magnétique] ne nous aident pas plus : lorsque l'on observe une différence entre le cerveau d'un homme et celui d'une femme, on ne peut pas savoir si elle est génétique ou acquise, car l'éducation laisse des traces anatomiques minimes mais mesurables. Lorsqu'un enfant apprend à lire, par exemple, le système visuel cérébral qui est à l'arrière de son cerveau, et qui permet de reconnaître les lettres, se développe : les connexions se multiplient, la région s'active et l'anatomie du cerveau se modifie.* »

Cette loi se vérifie à tout âge et lors de tous les apprentissages. « *C'est le principe de la plasticité du cerveau, une découverte majeure de la neurophysiologie, souligne Catherine Vidal, directrice de recherche à l'Institut Pasteur et auteure du livre *Les filles ont-elles un cerveau fait pour les maths ?* (Le Pommier, 2012). *A l'âge adulte, nous avons un million de milliards de connexions dans le cerveau, mais seulement 10 % de ces connexions sont présentes à la naissance : les 90 % restantes sont fabriquées plus tard, à la faveur des interactions des enfants avec leur environnement. La structure du cerveau varie considérablement d'une personne à une autre et d'une période à une autre. Elle change en perma-**

nence en fonction de l'expérience de vie. Rien n'est figé au départ. »

Depuis sa création, l'IRM a permis de mesurer l'incroyable puissance de cette plasticité cérébrale. « *Une étude réalisée chez les chauffeurs de taxi a montré que les zones du cerveau qui contrôlent la représentation de l'espace sont d'autant plus développées que leurs années d'expérience sont longues*, poursuit Catherine Vidal. *Et lorsque quelqu'un apprend à jongler avec trois balles, l'IRM montre, au bout de trois mois, un épaississement des régions spécialisées dans la vision et la coordination qui reflète probablement la création de connexions supplémentaires. S'il arrête de s'entraîner, ces zones, au contraire, régressent. L'apprentissage modifie en permanence l'anatomie du cerveau. Il est d'ailleurs impossible de deviner, en examinant un cerveau par IRM, s'il appartient à un homme ou à une femme.* »

En montrant que les acquis modifient sans cesse le cerveau, les recherches sur la plasticité cérébrale ont fragilisé les thèses des partisans du déterminisme biologique. Les études sur les aptitudes mathématiques des enfants ont, elles aussi, affaibli leurs positions. En se fondant sur un large corpus de recherches, Elizabeth Spelke, professeure de psychologie à l'université Harvard, a ainsi démontré en 2005, dans la revue *American Psychologist*, que les aptitudes des filles et des garçons étaient identiques. A l'âge de 6 mois, les enfants commencent à reconnaître des quantités et à se repérer dans l'espace ; à la fin de la deuxième année, ils acquièrent les premières notions relatives aux nombres ; entre 6 et 10 ans, ils combi-

nent géométrie et numération afin de comprendre le sens d'une ligne graduée.

Tout au long de ce cheminement, il n'y a, selon Elizabeth Spelke, aucune différence entre les filles et les garçons.

Au collège, le paysage ne semble guère différent. En 1990, dans une analyse regroupant une centaine d'études réalisées dans les années 1970 et 1980 auprès de trois millions d'élèves en Amérique du Nord, Janet Hyde, professeure de psychologie à l'université du Wisconsin, a constaté que les différences filles-garçons lors des tests mathématiques étaient « *négligeables* » : seul persistait un léger avantage en faveur des garçons, au lycée, dans la résolution de certains problèmes complexes. Dix-huit ans plus tard, une analyse portant sur sept millions d'élèves issus de dix Etats américains montrait que filles et garçons obtenaient cette fois les mêmes résultats, y compris au lycée : de 7 à 17 ans, il n'y a, en mathématiques, plus aucune différence entre les sexes, concluait Janet Hyde dans la revue américaine *Science*.

Pour nombre de chercheurs, ces études de genre invalident l'hypothèse d'une prédisposition naturelle des garçons pour les maths. « *Si les différences de performance entre les hommes et les femmes étaient d'ordre biologique, on devrait les observer partout, quelles que soient les cultures, les circonstances et les époques*, estime la neurobiologiste Catherine Vidal. Or, ce n'est pas le cas : les études analysées par Janet Hyde prouvent qu'en Amérique du Nord, entre les années 1970 et les années 2000, le niveau de maths des filles a beaucoup progressé. Il est un peu difficile de l'attribuer à une mutation génétique de leur cerveau ! »

Les études PISA sur le niveau scolaire des élèves de 15 ans dans soixante-cinq pays ou économies de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) confortent cette analyse. « *En 2012, en maths, on observe une supériorité des garçons, mais elle n'est pas très importante : en France, il y a neuf points d'écart sur un total de 495 points, ce qui représente deux à trois mois de scolarité*, observe Sophie Vayssettes, analyste à la direction de l'éducation et des compétences de l'OCDE. Surtout, ce n'est pas vrai

partout : dans trente-sept pays ou économies, les garçons sont meilleurs que les filles, dans vingt-trois, l'enquête ne note aucune différence, et dans cinq, les filles sont meilleures que les garçons – c'est le cas en Finlande, au Qatar, en Malaisie, en Thaïlande et en Jordanie. »

Pour les analystes de l'OCDE, ces variations géographiques démontrent l'importance du contexte culturel et social dans lequel évoluent les enfants. « *Les écarts entre les sexes varient sensiblement entre les pays/économies, ce qui donne à penser que les points forts et les points fai-*

bles des uns et des autres dans certaines matières ne sont pas innés, mais qu'ils s'acquiert par le travail, et qu'ils sont souvent renforcés par les valeurs sociales », souligne le rapport PISA. « *Les écarts de performances filles-garçons en mathématiques bougent dans le temps et l'espace, ce qui suffit à infirmer la thèse du déterminisme biologique* », conclut la sociologue Marie Duru-Bellat, professeure à Sciences Po Paris et auteure de *L'École des filles* (L'Harmattan, 2004).

Le mystère des relations entre les femmes et les mathématiques n'est pas totalement éclairci pour autant. Car, en France comme dans la plupart des pays, les filles sont les grandes absentes des filières scientifiques, au lycée comme dans l'enseignement supérieur. En 2012, elles ne représentaient que 38 % des effectifs des terminales S spécialité mathématiques, 29,7 % des effectifs des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles, 28 % des élèves diplômés d'une école d'ingénieur, et 27 % des titulaires d'une licence professionnelle en sciences. Le déséquilibre est tel que, depuis 2000, la mixité des formations est l'un des chantiers prioritaires des conventions interministérielles sur l'égalité.

Cette hésitation à rejoindre les filières scientifiques ne semble pas le reflet d'une faiblesse en maths – au contraire : selon les enquêtes menées en 2012 par le ministère de l'éducation nationale, les filles, à la fin du collège, maîtrisent mieux les compétences scientifiques que les garçons. Dans cette matière, il leur manque cependant un facteur essentiel : la confiance en soi. « *Les études PISA montrent que les filles éprouvent plus d'anxiété face aux mathématiques que les garçons*, souligne, à l'OCDE, Sophie Vayssettes. *A niveau de performance égal, elles ont moins confiance dans leurs compétences et dans leur capacité à résoudre des problèmes mathématiques. Elles ont également tendance à se rendre responsables de leur échec, alors que les garçons invoquent plutôt des facteurs extérieurs. C'est préoccupant, car les études montrent qu'il y a une relation étroite entre la confiance en soi et les performances scolaires.* »

Pour les chercheurs en éducation, cette anxiété a un nom : la « menace du stéréotype ». Mis en évidence, au début des années 1990, par un professeur à l'université Stanford, Claude Steele, ce principe fonctionne comme une prophétie auto-réalisatrice : parce que les femmes croient être moins bonnes en maths que les hommes, elles finissent par le devenir. Les expériences sont étonnantes : en 1999, ce chercheur a fait passer un examen à un groupe d'étudiants en mathématiques de haut niveau. S'il leur disait que le test faisait apparaître des différences hommes-femmes, les garçons

obtenaient de bien meilleurs résultats que les filles. S'il leur signalait, au contraire, qu'il n'y avait aucune variation en fonction du sexe, les femmes faisaient jeu égal avec les hommes.

Des expériences similaires ont été réalisées en France. Isabelle Regner et Pascal Hugué, enseignants-chercheurs en psychologie sociale de l'université d'Aix-Marseille, ont ainsi demandé à 454 élèves de 6^e et de 5^e de reproduire la figure de Rey-Osterrieth, qui mêle des triangles et des carrés de différentes couleurs. Quand cet exercice était présenté comme un exercice de dessin, les filles réussissaient mieux que les garçons. Lorsqu'il était présenté comme un test de géométrie, les garçons surpassaient les filles. Pour les chercheurs, ces expériences démontrent la puissance des stéréotypes sociaux : les filles ont tellement peur de confirmer les idées reçues sur leur faiblesse en maths que cette pensée les empêche de réussir.

Nul doute, en effet, que les enfants évoluent dans un monde où les clichés sur le féminin et le masculin sont encore très répandus. Selon l'enquête Mediaprism de 2012, 44 % des hommes et 30 % des femmes croient toujours que les femmes n'ont pas le sens de l'orientation – ce qui

n'est pas démontré par les expériences – et 16 % que les garçons sont « meilleurs en maths » que les filles. « *En maths, la pression exercée sur les garçons est souvent supérieure à celle qui est exercée sur les filles*, constate Stella Baruk. *Quand une fille échoue en maths, ses parents se désolent pour ses études en général, pour le bac à obtenir... Alors que si c'est un garçon, il semble que leur narcissisme de parents soit atteint : l'image idéale du garçon qui devrait être fort en maths est touchée. Ce préjugé est moins explicite aujourd'hui qu'il y a vingt ans, mais il continue cependant à exercer ses effets de manière sournoise.* »

L'école et le collège ne sont pas à l'abri de ces représentations. Les recherches y révèlent en effet l'existence d'un « *double standard pédagogique* » : en mathématiques, les professeurs consacrent nettement plus d'attention aux garçons – ils les interrogent plus souvent que les filles et leur laissent plus de temps pour trouver la bonne réponse. « *Les professeurs stimulent plus les enfants qui ont, selon eux, des "capacités" ou du "potentiel"*, souligne la sociologue Marie Duru-Bellat. *Or les études montrent que même s'il n'y a pas de différences de performance entre les enfants, les professeurs croient que leurs élèves garçons sont plus forts en maths que leurs élèves filles. Sans en avoir conscience, ils encouragent donc plus fortement les garçons, qui, dans les matières scientifiques, y gagnent une grande confiance en eux.* »

Comment s'étonner, dans ce climat familial et scolaire, que les filles hésitent à

« Les filles s'imposent souvent une autocensure »

Véronique Slovaczek-Chauveau est professeure de mathématiques au lycée Camille-Sée (Paris 15^e) et vice-présidente de l'association femmes & mathématiques.

Pourquoi avoir rejoint ce mouvement, né en 1987, qui entend « encourager la présence des filles dans les études mathématiques » ?

En 1995, quand j'ai été nommée professeure au lycée Camille-Sée, à Paris, la terminale scientifique (S) spécialité « mathématiques » comptait trente-cinq élèves, mais il n'y avait que... deux filles ! Je me suis alors souvenue que, en 1971, quand j'étais en terminale scientifique, nous étions, nous aussi, deux filles.

Cela a été un électrochoc. J'étais stupéfaite qu'en près de vingt-cinq ans, les choses aient si peu bougé. Je me suis posé des questions et j'ai rejoint l'association femmes & mathématiques.

Comment expliquer cet écart filles-garçons ?

Toutes les études soulignent l'importance des préjugés dans le parcours scolaire des filles. On sait, par exemple, que les profs de maths leur consacrent moins de temps qu'aux garçons. Je l'ai vérifié : je ne m'en rendais pas compte mais j'avais, comme les autres enseignants, tendance à interroger d'abord les garçons.

On sait aussi que les filles, à niveau égal en maths, sont moins confiantes dans leurs compétences scientifiques et moins souvent orientées vers ces filières. Là aussi,

j'en ai fait l'expérience : j'ai vu la meilleure élève de maths et de physique d'une classe de seconde se détourner de S parce qu'elle pensait ne pas avoir le niveau.

Il a fallu que nous allions la voir, mon collègue de physique et moi, pour la convaincre. Elle est aujourd'hui dans une école d'ingénieurs et elle est ravie de son parcours : elle est d'ailleurs venue dans une de nos journées « portes ouvertes » pour parler de l'autocensure que s'imposent souvent les filles.

Les stéréotypes sur les filles et les maths sont-ils toujours présents ?

Les discours ouvertement sexistes que l'on entendait il y a trente ou quarante ans sont rares, mais beaucoup de préjugés sont encore distillés de manière insidieuse. C'est, par exemple, l'idée que les maths, froides et rationnelles, correspondent à l'esprit des garçons, puisque les filles sont

censées être émotives et intuitives. Ce sont aussi les clichés que l'on trouve dans certains manuels scolaires : j'ai découvert, dans un chapitre de terminale consacré aux nombres complexes, une curieuse illustration de ce mot : l'image d'un homme « complexe » d'un côté, l'image d'une femme qui a des « complexes » au sujet de son poids de l'autre...

Que fait l'association femmes & mathématiques en direction des jeunes ?

Nous tentons de réfléchir aux mécanismes qui éloignent les filles des maths et nous organisons des actions dans les établisse-

ments. Grâce aux journées « Filles et maths, une équation lumineuse », organisées avec Animath, ou à l'opération « Ambassadrices pour les sciences », avec les associations Femmes & sciences et Femmes ingénieurs, les filles peuvent découvrir des métiers qu'elles ne connaissent pas forcément – l'imagerie médicale, la cryptographie.

Il suffit de peu de chose pour qu'une fille se décide à aller dans une filière scientifique : une discussion, un encouragement, une rencontre. Nos expositions, nos actions et nos brochures sont là pour ouvrir le champ des possibles. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR A. CH.

s'engager dans les filières scientifiques ? Qu'elles renoncent souvent d'elles-mêmes aux grandes écoles et aux formations d'ingénieurs, y compris lorsqu'elles ont le même niveau que les garçons en mathématiques ? Qu'elles s'autodévalorisent lorsqu'on leur demande, dans les enquêtes, d'évaluer leur niveau en sciences ?

« Le problème n'est pas simple à résoudre, conclut Marie Duru-Bellat. Les conceptions du masculin et du féminin engagent une vision du monde et de la société et elles sont profondément ancrées dans les mentalités. Il faut réfléchir aux pratiques des enseignants, parler des études sur les différences d'attitudes des parents et de la société envers les filles et les garçons, et aider les enfants à dépasser ces clichés. Mais il faut aussi savoir que le chemin de l'égalité est long. » ■

ANNE CHEMIN

« Les écarts de performances filles-garçons en mathématiques bougent dans le temps et l'espace, ce qui suffit à infirmer la thèse du déterminisme biologique »

MARIE DURU-BELLAT
sociologue

À LIRE
« L'ÉCOLE DES FILLES. QUELLE FORMATION POUR QUELS RÔLES SOCIAUX »
de Marie Duru-Bellat (L'Harmattan, 2004).

« LES FILLES ONT-ELLES UN CERVEAU FAIT POUR LES MATHS ? »
de Catherine Vidal (Le Pommier, 2012).

« POURQUOI LES FILLES SONT SI BONNES EN MATHS »

« La structure du cerveau change en permanence en fonction de l'expérience de vie. Rien n'est figé au départ »

CATHERINE VIDAL
directrice de recherche à l'Institut Pasteur

ET QUARANTE AUTRES HISTOIRES SUR LE CERVEAU DE L'HOMME »
de Laurent Cohen (Odile Jacob, 2012).

SUR LE WEB
RAPPORT PISA 2012

www.oecd.org/education/PISA-2012-results-france.pdf

FEMMES & MATHÉMATIQUES
www.femmes-et-maths.fr