Les pilules de l'intelligence

MARGUERITE HOLLOWAY

Les nouveaux traitements de la maladie d'Alzheimer et d'autres maladies neurologiques amélioreront-ils également la mémoire des personnes jeunes et en bonne santé ?

Jadis, les conteurs, les aèdes, les bardes mémorisaient d'interminables récits épiques sans s'aider de médicaments. La mémoire humaine n'a pas faibli, mais la quantité d'informations que la vie moderne nous force à mémoriser est si considérable que des pilules pour la mémoire seraient utiles. Tout comme nous aspirons à la beauté artificielle, conférée non pas par notre patrimoine génétique ou par la culture physique, mais par le bistouri du chirurgien ou par la silicone, certains sont tentés de stimuler leur cerveau avec des substances qui permettraient de penser plus vite et d'avoir plus de mémoire.

La quête de ces composés de l'intelligence a commencé au début des années 1990, quand certains botanistes ou pharmaciens ont vanté des régimes alimentaires ou des extraits végétaux, tels ceux du ginkgo biloba, pour améliorer les performances du cerveau.

Aujourd'hui, le chiffre d'affaires des sociétés qui vendent ces produits est énorme ; la vente par correspondance s'est étendue à l'Internet. Au Japon, par exemple, une vingtaine de ces produits sont disponibles, et les sommes en jeu sont supérieures à dix milliards de francs par an. Pourtant les médecins sont sceptiques : ces produits sont inefficaces, voire dangereux, car on ignore généralement leur mode d'action et leurs interactions potentielles avec d'autres substances.

De leur côté, les neurobiologistes recherchent des molécules qui amélioreraient la mémoire des personnes âgées ou qui soulageraient les troubles psychiatriques. Deux médicaments, la tacrine et le donepezil, combattent la maladie d'Alzheimer. D'autres médicaments sont en cours d'essais cliniques et seront peut-être bientôt disponibles. Des centaines de molécules sont étudiées en laboratoire. Ces composés seront-ils un jour utilisables par tous?

Les substances dont on étudie l'action sur la mémoire agissent de diverses façons, car les types de mémoire sont variés : mémoire à court terme (ou mémoire de travail), mémoire à long terme, mémoire émotionnelle ou mémoire olfactive. Les neurobiologistes étudient les réseaux moléculaires de la mémoire, ses composantes génétiques ou encore le rôle des hormones. Par tomographie, ils observent les régions du cerveau dont l'activité s'accroît lorsqu'on active la mémoire des mots ou celle des sons, et déterminent ainsi les réseaux de la mémoire. Avec ces analyses est né l'espoir de savoir, un jour, réparer et stimuler la mémoire.

Malgré l'optimisme engendré par toutes ces découvertes, des doutes subsistent : la mémoire est si complexe, les réseaux de la mémoire tellement imbriqués avec les réseaux qui sous-tendent d'autres activités mentales que les molécules risquent d'être insuffisamment spécifiques. Aucune pilule ne nous aidera jamais à retrouver nos lunettes ou à nous souvenir du nom des personnes que nous avons rencontrées lors d'une soirée. De surcroît, une molécule qui améliorerait les mécanismes mnésiques risquerait de détériorer d'autres fonctions cognitives.

Enfin, une molécule qui améliorerait la mémoire à court terme ou l'attention n'augmenterait pas nécessairement l'intelligence. La mémoire se construit par élimination de certaines informations qui ne sont plus pertinentes, de sorte qu'une accumulation systématique de tous les souvenirs serait sans doute aussi pénalisante qu'une mémoire déficiente.

L'activation par les neuromédiateurs

La formation et l'activation des souvenirs reposent sur la libération et la recapture des neuromédiateurs, des molécules libérées par les neurones dans l'espace étroit, nommé fente synaptique, qui les sépare des neurones suivants, les neurones postsynaptiques. La face synaptique des neurones postsynaptiques est garnie de récepteurs spécifiques des neuromédiateurs. Après avoir traversé l'espace synaptique, les neuromédiateurs se lient à ces récepteurs et déclenchent des réactions qui permettent à l'information de se propager dans le neurone postsynaptique sous la forme d'un courant électrique. Quand ce courant atteint l'autre extrémité du neurone postsynaptique, il fait libérer des médiateurs chimiques, et ainsi de suite. Trouver les circuits de la mémoire revient à identifier lesquels des 100 milliards de neurones du cerveau (chacun établissant en moyenne 10 000 connexions avec d'autres neurones) sont actifs au cours des activités mnésiques et lesquels des quelque 50 neuromédiateurs identifiés sont libérés aux diverses synapses.

Depuis les années 1950, on sait que l'hippocampe est une structure essentielle de la mémoire. L'hipppocampe fait partie du système limbique, un réseau localisé sous le cortex cérébral, au-dessus du tronc cérébral, et qui commande les émotions. Depuis les années 1980, on sait que le glutamate (un neuromédiateur) et ses récepteurs NMDA participent, dans l'hippocampe, à une forme d'apprentissage, la potentialisation à long terme : une stimulation répétée renforce les communications entre certains neurones (un animal qui emprunte toujours la même trajectoire, dans une forêt, finit par créer une piste permanente).

Certains neurobiologistes qui recherchent des stimulants de la mémoire essaient d'augmenter l'activité des récepteurs NMDA pour favoriser la potentialisation à long terme. À l'Université d'Irvine, Gary Lynch étudie sur des molécules nommées AMPAkines, qui interagissent avec un type particulier de récepteurs du glutamate, les récepteurs AMPA.

Les récepteurs NMDA réagissent peut-être aux neurotrophines, des composés indispensables à la survie et à la différenciation des neurones. Il y a quelques années, on a découvert qu'un des facteurs de croissance des nerfs augmente l'efficacité des connexions synaptiques entre les neurones de l'hippocampe. Depuis, on a montré que l'hippocampe contient plusieurs neurotrophines, et que le facteur de croissance découvert agit sur les récepteurs NMDA, au moins sur des cultures de cellules et chez le rat.

L'activation des gènes

Si l'on dispose un jour de substances efficaces contre les pertes de mémoire, comment les administrera-t-on? Les grosses molécules traversent difficilement la barrière hématoencéphalique, qui protège le cerveau. C'est pourquoi plusieurs équipes tentent d'activer des gènes, dans le cerveau, pour qu'ils produisent des facteurs de croissance, au bon endroit. Par

1942, photographie de David Heald, © The Solomon R. Guggenheim Foundation, New York

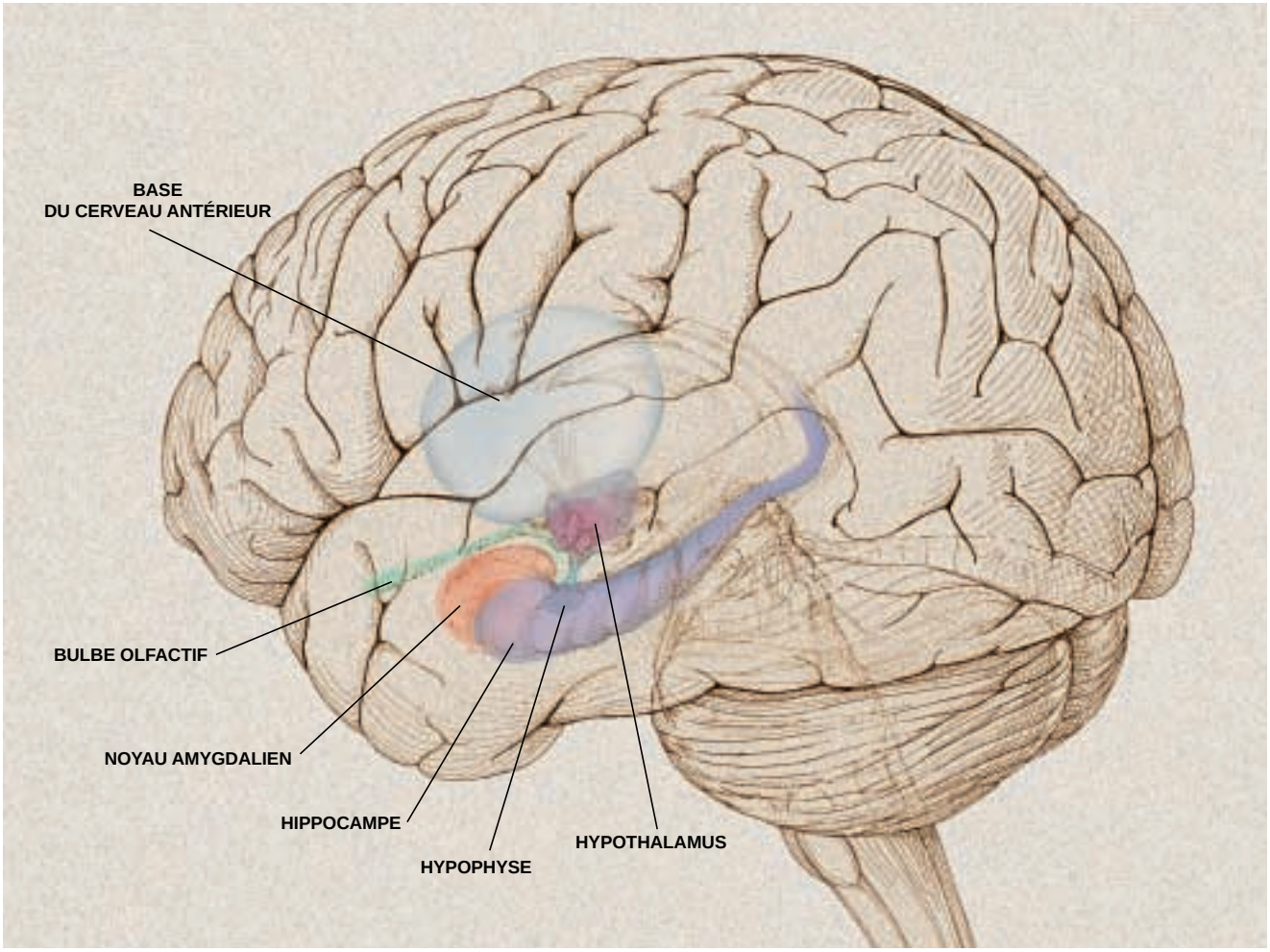
exemple, James Simpkins, Edwin Meyer et leurs collègues de l'Université de Gainesville, en Floride, utilisent un virus modifié qui transporte le gène du facteur de croissance des nerfs dans le cerveau. Ils cherchent les neurones qui incorporent le gène et produisent le facteur de croissance, ceux qui l'incorporent sans l'exprimer, et ceux qui ne l'incorporent pas. L'objectif est naturellement une meilleure expression du gène dans les neurones.

Les gènes orchestrent toutes les activités physiologiques qui façonnent la mémoire (et toutes les autres fonctions), de la production du facteur de croissance du nerf à celle des récepteurs NMDA. Aussi les biologistes espèrent-ils que l'exploration des mécanismes moléculaires et génétiques de la mémoire les conduira à découvrir de nouveaux stimulants de la mémoire. Les études d'un mollusque, par l'équipe d'Eric Kandel, à l'Université Columbia, et de la drosophile, par Timothy Tully et ses collègues de Cold Spring Harbor ont abouti à l'identification d'un gène, nommé *CREB*, qui semble jouer un rôle essentiel dans l'élaboration de certains souvenirs. Les animaux dépourvus de ce gène ne se souviennent de rien. Certains stimulants parviendront peut-être à activer les gènes *CREB* silencieux et, par conséquent, à améliorer la mémoire.

L'activation des gènes *CREB* pourrait n'être qu'une des façons d'améliorer la mémoire. Des biologistes de l'Université de Toronto ont récemment découvert que la potentialisation à long terme de l'hippocampe serait bloquée par une enzyme nommée Src, qui commande l'efficacité des récepteurs NMDA ; un inhibiteur de cette enzyme améliorerait la potentialisation à long terme.

L'influence des hormones

Cependant, tous les chemins ne mènent pas au récepteur NMDA. Les estrogènes, hormones féminines, agissent sur la mémoire de façon différente. Au début des années 1990, à l'Université Columbia, Dominique Toran-Allerand a découvert que de nombreux neurones de la base du cerveau antérieur, une aire proche du système limbique, dévastée par la maladie d'Alzheimer, portent des récepteurs des estrogènes et du facteur de croissance des nerfs. Des travaux antérieurs ayant montré que l'acétylcholine est un facteur clef de la mémoire (bien qu'on ignore encore ses méca-



Carol Donner

1. PLUSIEURS RÉGIONS DU CERVEAU participent à l'élaboration de la mémoire. L'hippocampe joue un rôle essentiel. Localisé dans la partie la plus interne du cerveau, l'hippocampe, les noyaux amygdaliens et d'autres structures, forment le système limbique, qui commande les émotions. Les noyaux amygdaliens et l'hippocampe sont à proximité du nerf olfactif, ce qui explique pourquoi les odeurs déclenchent des émotions et des souvenirs très précis. Les hormones de stress, libérées par l'hypothalamus, par l'hypophyse et par les glandes surrénales (situées au-dessus des reins), participent également à certaines formes de mémoire.

nismes d'action), D. Toran-Allerand a supposé que ces neurones cholinergiques (qui produisent un autre neuromédiateur, l'acétylcholine) ont besoin d'estrogènes et de facteurs de croissance des nerfs pour fonctionner correctement. L'étude des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer a corroboré cette hypothèse : ces personnes présentent des lésions des neurones cholinergiques et ont des concentrations cérébrales en acétylcholine faibles (la tacrine et le donepezil inhibent les enzymes qui détruisent l'acétylcholine).

Par ailleurs, on constate que les femmes sont plus souvent atteintes de la maladie d'Alzheimer que les hommes. Quelques études ont montré que l'administration d'estrogènes réduit le risque de maladie d'Alzheimer, et qu'elle améliore la mémoire à court terme chez les femmes déjà atteintes et chez les femmes ménopausées sans troubles particuliers. Les effets protecteurs des estrogènes ne seront correctement établis que par l'étude clinique de très nombreuses femmes. Ces essais viennent de commencer : 6 000 femmes ont été recrutées dans le cadre d'un vaste programme américain, dont les résultats sont attendus pour 2 005 ; une autre étude est réalisée à l'Université Johns Hopkins, en collaboration avec l'Université Columbia et la clinique Mayo, sur 900 femmes qui ont, dans leur famille, des personnes atteintes.

Chez les hommes, la testostérone, hormone masculine, est partiellement transformée en estrogènes dans le cerveau. La concentration hormonale est quasi constante chez les hommes tout au long de leur vie, alors que la concentration en estrogènes diminue brusquement chez les femmes à partir de la ménopause. Des expériences ont montré que les estrogènes augmentent la mémoire à court terme et la mémoire à long terme chez les animaux des deux sexes, et que ces hormones protègent le cerveau contre les lésions provoquées par la manque d'oxygène au cours des infarctus cérébraux. Par conséquent, J. Simpkins et ses collègues recherchent des substances de type estrogènes, non féminisantes, qui pourraient être utilisées chez l'homme et qui pourraient réduire le risque de cancer associé aux

La madeleine de Proust

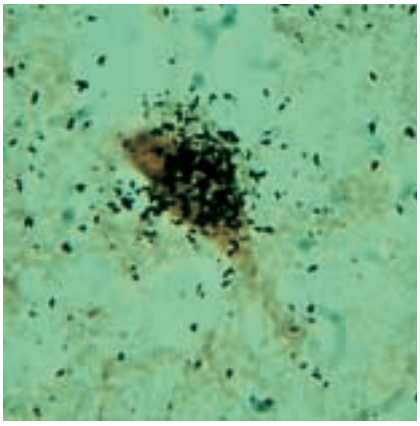
Il n'est guère surprenant que certaines odeurs déclenchent des souvenirs précis : le nerf olfactif est très proche du noyau amygdalien, le centre des émotions, et de l'hippocampe, le centre de certaines formes de mémoire.

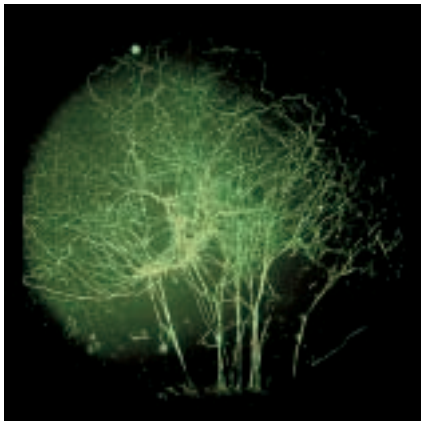
Pour savoir quel est le rôle des odeurs dans des situations d'émotion intense, Rachel Hertz, du Centre Monell, à Philadelphie, a testé des étudiants anxieux parce qu'ils s'apprêtaient à passer un examen. Elle a donné une liste de mots à mémoriser à un groupe de ces étudiants, dans une pièce où était diffusée une odeur ; elle a proposé la même liste à un autre groupe d'étudiants, placés dans une pièce sans odeur. Une semaine plus tard, ceux qui avaient été exposés à l'odeur se souvenaient deux fois mieux des mots de la liste que les autres étudiants.

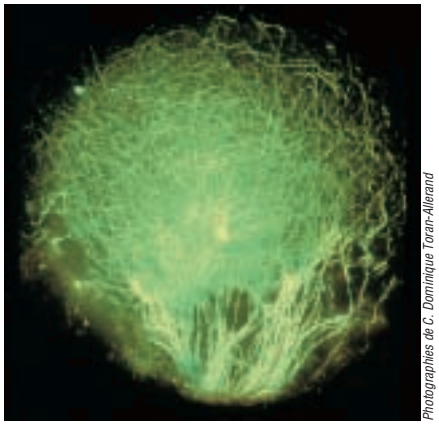
Dans une autre expérience, R. Herz a essayé de déterminer si la mémoire évoquée par les odeurs était plus précise que la mémoire évoquée par d'autres signaux, par exemple des images. L'odeur n'augmente pas la précision, mais plutôt l'intensité émotionnelle du souvenir. Ainsi, si votre stimulant préféré est une épice ou un parfum particulier, dès que vous le sentirez, vos émotions l'emporteront sur votre réflexion.

Patti Murray, Earth Scenes

LA MENTHE POIVRÉE fait partie des odeurs qui stimulent la mémoire des émotions.







Photographies de C. Dominique Toran-Allerand

2. LES RÉCEPTEURS DES ESTROGÈNES et ceux du facteur de croissance des nerfs *(les taches noires sur l'image de gauche)* sont présents sur les mêmes neurones du cerveau basal, une région qui est endommagée chez les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. Cette découverte montre que les estrogènes pourraient être indispensables au bon fonctionnement de cette région cérébrale (et d'autres). En présence de faibles quantités d'estrogènes, les neurones se développent *(au centre)* ; des concentrations supérieures renforcent encore les arborescences neuronales *(à droite)*. On évalue aujourd'hui l'intérêt des estrogènes dans la prévention de la maladie d'Alzheimer ou dans l'amélioration de la mémoire chez les femmes déjà atteintes par la maladie.

estrogènes chez la femme. Ces composés amélioreraient les fonctions cognitives, en même temps qu'ils protégeraient le système nerveux.

D'autres hormones participent aux mécanismes de la mémoire. Ainsi les hormones de stress, telles que les corticostéroïdes, potentialisent la mémoire. Plusieurs équipes étudient l'effet de ce type de vigilance sur la mémoire ; elles analysent le rôle spécifique des différentes hormones et cherchent comment appliquer les résultats de ces recherches à l'amélioration de la mémoire. Un essai clinique sur un bêtabloquant est en cours : cette substance semble atténuer les souvenirs déplaisants chez les personnes qui ont subi un traumatisme grave (les bêtabloquants sont utilisés dans le traitement de l'hypertension).

Institut des études orientales, St. Petersburg, Russie/Giraudon/Superstock

3. LE CONTE est une tradition ancienne. Les poètes qui récitaient les grandes épopées indiennes ou grecques n'avaient pas besoin de substances pour préserver la puissance de leur mémoire. On étudie néanmoins des composés qui agiraient sur des fonctions mnésiques spécifiques.

Les hormones de stress seraient bonnes pour la mémoire, mais dommageables pour l'organisme. C'est le cas pour d'autres substances, telle la caféine, qui améliore la vigilance, mais provoque parfois des troubles gastro-intestinaux. Les effets stimulants de la caféine seraient dus au blocage d'un des types de récepteurs de l'adénosine, un neuromédiateur dont l'une des actions serait de diminuer la vigilance.

Les bienfaits du sucre

Une tasse de café sucré serait encore plus efficace. Bien qu'en excès, il soit nocif, le sucre serait le meilleur des stimulants de l'intelligence. Les études menées sur le stress ont révélé le rôle du sucre : l'adrénaline, l'une des hormones libérées par le stress, déclenche une augmentation de la concentration sanguine en glucose. De plus, l'ingestion de sucre améliore la mémoire chez les rongeurs et chez l'homme, quel que soit l'âge. De même, le glucose améliore certaines performances cognitives chez les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer ou de trisomie. Toutefois les quelques études menées n'ont concerné qu'un nombre limité de personnes et elles restent à confirmer. On ignore encore si le glucose déclenche la production d'acétylcholine ou si c'est l'insuline (l'hormone pancréatique qui dégrade le glucose), plutôt que le sucre lui-même, qui favorise la mémorisation. Quoi qu'il en soit, quelques bonbons semblent recommandés.

De même, la nicotine améliore la mémoire à court terme. Comme d'autres substances du plaisir, c'est un analogue d'un neuromédiateur naturel : elle ressemble à l'acétylcholine et se lie à ses récepteurs, dits nicotiniques. En raison du rôle des neurones cholinergiques dans la maladie d'Alzheimer, certains biologistes se sont intéressés aux récepteurs nicotiniques. Après huit ans de recherches, E. Meyer et ses collègues ont synthétisé une substance qui s'est révélée être un puissant stimulant cognitif chez les quelques hommes jeunes et en bonne santé qui ont participé à l'expérience. Ce résultat était surprenant, car, généralement, les molécules efficaces chez les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer n'ont aucun effet chez les personnes normales.

Les neurobiologistes trouveront-ils un jour des dopants pour le cerveau ? De telles molécules ne risquent-elles pas de nous rendre dépendants ? Qui aura les moyens de les acheter ? Que signifiera la mémoire – et peut-être l'intelligence – si nous avons les moyens de la dominer ?

La perspective de soulager les personnes qui souffrent de déficits cognitifs est enthousiasmante. Celle d'augmenter de quelques points le quotient intellectuel d'une personne normale et en bonne santé qui aurait à accomplir certaines tâches semble envisageable. En revanche, si seules les personnes dont les revenus sont suffisants pouvaient se procurer des «pilules de l'intelligence», les inégalités sociales et économiques qui existent déjà seraient encore renforcées.

De telles molécules ne risqueraient-elles pas, en outre, de déclencher une lassitude intellectuelle ? Nous risquons de vénérer l'intelligence encore plus que nous ne le faisons aujourd'hui, mais de nous en servir encore moins. Selon Albert Einstein, «Nous devrions faire attention de ne pas faire de l'esprit notre dieu ; il a des muscles puissants, mais il n'a aucune personnalité.»

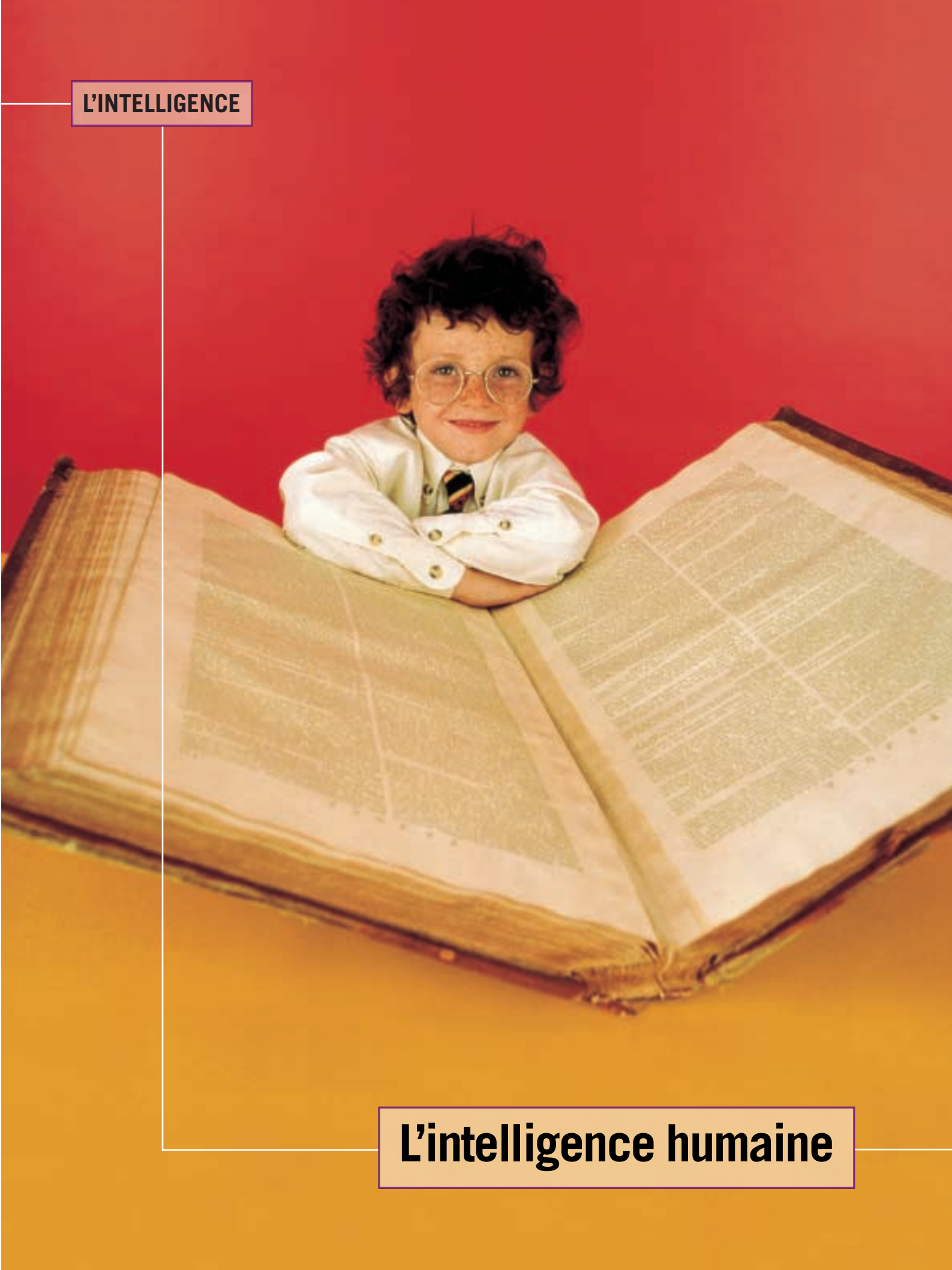
Marguerite HOLLOWAY est journaliste à la revue *Scientific American*.

Floyd E. BLOOM et Arlyne LAZERSON, *Brain, Mind and Behavior*, deuxième édition, W.H. Freeman and Company, 1988.

George JOHNSON, *In the Palaces of Memory : How we Build the Worlds inside our Heads*, Knopf, 1991.

Bruce S. MCEWEN et Harold M. SCHMECK, *The Hostage Brain*, Rockefeller University Press, 1994.

Peter J. WHITEHOUSE, Eric JUENGST, Maxwell MEHLMAN et Thomas H. MURRAY, *Enhancing Cognition in the Intellectually Intact*, in *Hastings Center Report*, vol. 27, n° 3, pp. 14-22, 1997.



L'intelligence humaine

L'intelligence de l'enfant

BERNARD THIS

Le QI mesure autant la motivation de l'enfant que sa capacité à y briller. De plus, il s'améliore par une mise en confiance psychothérapique de l'individu.

D.R.

1. LA PHRÉNOLOGIE, où l'on évaluait les facultés cérébrales par les bosses du crâne, a été l'une des premières «mesures» de l'intelligence.

Découragé, un enfant de dix ans «traîne» en classe ; des tests sont pratiqués : «QI-80». Une psychothérapie est entreprise. Répétitivement ce garçon dessine une auto... une auto sur une route... puis une auto qui arrive dans une station d'essence... une auto et une pompe à essence... une auto qui fait le plein d'essence, avec le tuyau qui entre dans le réservoir.

– Oui, mais l'essence, comment ça fait marcher l'auto? demande l'enfant.

– Ah, bonne question!

Pendant plusieurs séances, je réponds à ses interrogations concernant le «moteur». Piston, compression du mélange gaz-essence, étincelle produite par la «bougie», explosion, décompression brutale, transformation du mouvement du piston par la «bielle», l'engrenage faisant tourner l'axe des roues ; bref, un cours de «technique auto», et un questionnement sur le sens des mots : «D'où viennent-ils, qu'est-ce qu'ils veulent dire?»

Manifestement cet enfant n'est pas débile avec moi ; d'un air entendu, il me glisse : «Oui, tout ça, j'ai compris, mais le papa, ce qu'il met dans la maman, comment ça fait un bébé?»

– Ah, maintenant, voilà des questions de garçon intelligent!»

Parler de l'amour, du désir, du plaisir, c'était interdit, impossible, mal, pas bien, pas poli, dégoûtant. La culpabilité (imaginaire) faisait tache d'huile sur toutes les acquisitions scolaires (symbolique), et le réel du sexe et de la mort ne pouvait être évoqué.

Mais le moteur d'une voiture, qui consomme «6 litres aux 100» kilomètres et fait du bruit, des pétarades, des gaz sortant par un «pot» d'échappement, on peut en parler, de façon raisonnable, en posant une multitude de questions qui paraissent faire plaisir à cet homme en «blouse blanche» ; lequel relance parfois les questions, interrogeant à son tour : «Qu'est-ce que tu en penses, toi? Qu'est-ce que tu as entendu dire?»

Valorisé par cette écoute et mis en confiance, l'enfant pouvait soutenir son désir de comprendre, il osait interroger ce qu'il en est de la différence sexuelle. En classe, on lui avait répété qu'il n'était qu'un «bon à rien». Il avait redoublé sa classe, la maîtresse était découragée par sa passivité, et les tests de QI signifiaient qu'il était «débile léger».

Les résultats de nos entretiens ne se firent pas attendre : «Je sens que je deviens intelligent», me dit-il, souriant, après m'avoir demandé d'où venait le mot «parent».

«Je ne sais pas, mais je vais me renseigner, en consultant mes dictionnaires!» Il est important de ne pas «tout savoir» quand on travaille avec l'enfant venu pour «échec scolaire». Notre dernière séance, avant les vacances, se termina par ce «par-ens» latin, le «parent» étant celui que l'enfant traverse pour naître. «Oui, je crois que tu peux partir en vacances, tu as bien travaillé avec moi, cette année. Tu reviendras, après les vacances, si tu le veux!» À la rentrée, il n'avait plus envie de venir à ses séances, il était devenu un excellent élève, et son QI était passé à 115 : ainsi le quotient intellectuel peut changer, n'en déplaise à ceux qui affirment qu'au-delà de cinq ou six ans il est définitivement fixé.

Comment mesurer l'intelligence des enfants? Nous n'en sommes plus à l'époque d'Esquirol, psychiatre du XIX^{e} siècle, qui classait les arriérations mentales, de l'idiotie («oligophrénie») jusqu'à la «faiblesse d'esprit». Ce psychiatre distinguait les degrés de gravité de l'imbécillité selon des «critères dysmorphiques» repérables aux traits du visage : les «stigmates de dégénérescence». L'insuffisance intellectuelle se mesurait par l'«état du langage», le déficit du jugement, l'incapacité de mémorisation, le manque de volonté. L'étude des déficiences mentales reflétait déjà des défauts pérennes : non pas que ces paramètres ne soient pas mesurables, mais aucun n'est justifié.

L'école de Jules Ferry

Avec la création de notre école laïque et obligatoire, le concept de «débilité mentale» apparaît, et l'on cherche les causes organiques de ces «syndromes déficitaires» : atteintes lésionnelles du système nerveux, séquelles d'encéphalite, lésions cérébrales après un accouchement «dystocique», prématurité importante, ou bien maladies héréditaires liées à la transmission d'un potentiel génétique, trisomies, maladies métaboliques, les causes endogènes s'ajoutant aux causes exogènes.

Jules Ferry, au nom d'un idéal égalitaire qu'il voulait instaurer par l'école, souhaitait que le savoir soit accessible à tous. Il suffisait, pensait-il, de le prodiguer généreusement sur les bancs de l'école, et le contexte social changerait par une restructuration «au mérite républicain». Nous verrons plus loin dans quelle mesure cet idéal de justice fut atteint. Toutefois, dès ses débuts, l'école laïque obligatoire tenta de comprendre pourquoi il y avait des «bons» et des «mauvais» élèves, des génies et des «cancres». Elle s'intéressait d'ailleurs plus aux cancres qu'aux génies.

La «cancrerie», apparue en 1885 pour désigner la «nullité» d'un élève, n'a pas été adoptée, même accompa-

gnée d'épithètes, telles qu'incurable, indécrottable, selon l'humeur des pédagogues. Alfred Binet, élève de Charcot, introduisit une mesure de la «débilité» : il voulait par là mesurer scientifiquement, par des tests, les déficiences intellectuelles. Avec Binet, nous entrons dans l'ère de la psychologie, et même de la psychométrie, pour évaluer l'efficience intellectuelle.

Dans *L'année psychologique*, en 1904, Binet publia, avec Simon, un article intitulé *Sur la nécessité d'établir un diagnostic scientifique des états inférieurs de l'intelligence*. Il faut, selon ces auteurs, mesurer et chiffrer l'«âge mental», les performances et les insuffisances, au moyen d'échelles métriques d'intelligence : c'est le QI, «qui a fait et continue à faire tant de ravages, de par son utilisation abusive, le premier abus étant sa prétendue scientificité», écrit Anny Cordié, à qui j'emprunte cette page d'histoire (*Les cancres n'existent pas*, Le Seuil, 1993, p. 149).

Vingt ans après son instauration, «l'école laïque obligatoire» produit cette horreur ségrégationniste qui substitue à l'étiquetage psychiatrique une classification en «bons» et «mauvais», dûment notés, objectivement et définitivement stigmatisés, au sein d'une «Éducation nationale» qui préside parfois au massacre des jeunes citoyens en ne jouant pas son rôle, qui devrait être : «Offrir un substitut de la famille et éveiller (ressusciter) l'intérêt pour la vie à l'extérieur, dans le monde», comme le précisait Freud, en 1910, dans une discussion sur le suicide. «Le lycée doit faire plus que de ne pas pousser les jeunes gens au suicide; il doit leur procurer le plaisir de vivre et leur offrir soutien et appui, à une époque de leur vie où ils sont obligés, par les conditions de leur développement, de desserrer leur rapport à la maison parentale et à la famille.» Et Freud ajoutait : « L'école a le droit de ne jamais oublier qu'elle doit s'occuper d'individus qui sont encore immatures, auxquels ne peut être contesté le droit à séjourner dans des stades sûrs, même non réjouissants, de leur développement.» Il concluait : «Elle a le droit de ne pas s'occuper de l'inexorabilité de la vie, elle a le droit de ne pas vouloir être plus qu'un jeu de vie.» *(*Freud. *GW. VIII, pp. 62-63).*

L'horreur d'une scolarité imposée

Après un accouchement hypermédicalisé, avec séparation brutale mère-enfant, sevrage trop rapide et mise en crèche trop précoce, vient le temps de la scolarité imposée, alors que l'enfant, traumatisé par ces séparations répétées et sans médiation sécurisante, ne peut que sucer son pouce, régresser («s'escargotter», disait Françoise Dolto), pour tenter de retrouver sa «sécurité de base». À deux ans, 30 enfants, terrorisés, introduits tous ensemble, le même jour, dans la classe, vous voyez ce qui peut se passer : «Ce dont on ne doit pas parler, si l'on espère quelque avancement!», me disait une enseignante.

Pour être «bon élève», il faut être obéissant, «sage comme une image» et répéter les paroles de la maîtresse. Le

Roberto Caputo Aurora

2. LES ÉLÈVES DANS UNE ÉCOLE AFRICAINE ont des conditions de vie si différentes de celles des élèves des pays occidentaux qu'on peut s'interroger sur la portée des tests d'intelligence, mal adaptés à leur culture et à leurs motivations.

«premier de la classe» sera celui qui répétera «à la lettre» ce que ses maîtres lui ont appris. En gymnastique, même état d'esprit : il faut «battre» tous les autres, «éliminer» les concurrents.

«Ils tiennent des dieux le savoir qu'ils nous ont transmis», voilà, en lettres d'or prométhéennes, ce qui était inscrit dans un amphithéâtre universitaire. Le savoir est devenu roi, et le maître, «bon élève» devenu «bon enseignant», s'impose par sa «supériorité intellectuelle».

«Ôte-toi de là que je m'y mette», à cette place de premier! Toute la politique pourrait se résumer par cette phrase, dans une civilisation où s'impose à l'enfant le devoir d'acquérir du «savoir» pour «avoir plus tard une bonne situation». «Et quand on veut, on peut!», disent les pédagogues, il suffit de «vouloir». Une éducation honnête, responsable et républicaine ne devrait-elle pas enseigner aux enfants à unir leurs efforts pour réussir ensemble, les inciter à se mettre au service du «fruit de la rencontre», pour multiplier les énergies de chacun? C'est cela, un groupe créatif, une famille humaine... ou une équipe de football efficace.

Mesure-t-on l'intelligence?

Armés d'une batterie de tests, les psychologues ne mesurent pas l'intelligence, puisque le QI n'est qu'une évaluation comparative, à un moment donné, des acquisitions et conduites adaptatives d'un enfant. Les tests concernent surtout les opérations scolaires : écriture, lecture, calcul, compréhension du langage, dans une culture précise, et à une époque déterminée. Mais n'y a-t-il que l'intelligence langagière?

Les psychologues ont noté que le score moyen obtenu aux tests d'intelligence augmente régulièrement de trois points environ par décennie et, pour le raisonnement abstrait, de sept points par décennie. Augmentation de l'intelligence ou acquisition de l'aptitude à réussir les tests?

Une meilleure alimentation pendant l'enfance assure la croissance de la taille et l'augmentation du volume de la tête, donc du poids du cerveau. Coïncidence ou rapport de cause à effet? Si l'on veut trouver des causes à des différences, un facteur semble négligé : les modalités de vie prénatale, et postnatale. On sait que les enfants nourris au sein ont un développement intellectuel, affectif, moteur, plus satisfaisant ; mais curieusement, ce fait n'est pas souligné ni commenté. La richesse calorique, la teneur en calcium et en fer, l'apport vitaminique ne peuvent remplacer l'amour d'une mère, l'apaisement à son contact, «peau à peau», la multiplicité des stimulations affectivo-confirmantes, le fait d'être porté par des parents tendres, disponibles et sécurisants.

Une plus longue fréquentation scolaire, des changements dans l'éducation des enfants (on leur parle beaucoup plus tôt), l'apprentissage précoce des mathématiques, les programmes éducatifs audio-visuels, la mondialisation de nouveaux modes de pensée, la plus grande fréquence des sollicitations visuelles (affiches, jeux vidéo, ordinateurs, cinéma, télévision), tout cela nous permet de comprendre ce que l'on appelle l'«effet Flynn» (du nom de James Flynn, spécialiste de sciences politiques à l'Université d'Otago, en Nouvelle-Zélande) : les tests qui mesurent plus directement l'aptitude à l'analyse visuelle indiquent une progression des scores avec les années. Ce sont les tests les plus liés aux matières scolaires qui connaissent les plus faibles progressions.

Les tests qui mesurent l'aptitude à l'analyse visuelle ont un fort effet Flynn, mais les tests de connaissance, qui ne mesurent pas cette aptitude visuelle, ne progressent que faiblement avec les années. James Flynn a montré que l'augmentation des scores en fonction des différents types de tests ne dépend pas de la durée de la fréquentation scolaire, donc de la familiarisation avec les matières scolaires. En revanche, les tests de vocabulaire, d'arithmétique, de culture générale progressent peu, ou sont en régression. Mais les tests saturés en facteur *g* (qui ont le plus de corrélation avec les autres tests et qui comprennent une part de raisonnement abstrait) indiquent une forte progression des scores au cours des ans.

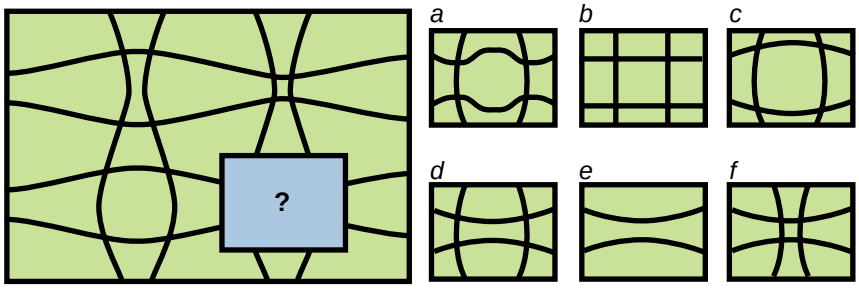
Cette hausse des scores est évidemment trop rapide pour correspondre à un changement génétique. Notre environnement influe beaucoup sur le facteur *g*, mais selon quelle modalité? s'est interrogé Ulric Neisser, professeur de psychologie à l'Université Cornell.

Nos enfants sont-ils plus intelligents et nos petits-enfants géniaux? En comparant les résultats acquis au test Stansfort-Binet en 1932 et en 1998, on constate qu'un quart des individus atteint les 130 points de la qualification «très supérieur», soit dix fois plus qu'en 1932. Inversement, si l'on juge les enfants américains de 1932 avec les standards actuels en 1997, le QI moyen est de 80! Par quel miracle les Américains ont-ils autant progressé? Serait-ce qu'ils étaient partis de très bas?

Ces faits suggèrent, selon J. Flynn, que des dizaines de nations devraient à présent être au cœur d'«une renaissance culturelle dont la portée nous dépasse», mais, comme cela ne semble pas être le cas, Flynn conclut que les tests ne mesurent pas l'intelligence, mais seulement l'un de ses aspects mineurs, «une capacité à résoudre des problèmes abstraits». De plus, l'intelligence du pisteur bochiman vivant dans le désert du Kalahari, qui doit suivre sa proie à la trace selon des indices inconnus du petit Parisien, serait mesuré, par son entourage, selon d'autres critères que le QI occidental. La débilité dépendrait-elle du milieu où l'on doit survivre?

Les tests mesurent diverses formes d'intelligence, isolant surtout les capacités liées au succès scolaire, mais ils négligent certains aspects de l'activité cognitive : sens pratique, orientation et adresse dans l'espace, créativité, prudence, sociabilité, etc. Certains tests

3. MATRICES PROGRESSIVES DE RAVEN



standardisés correspondent à des activités à support verbal, d'autres ont un support visuel, mais qu'en est-il de l'intelligence de la main, de sa finesse de perception et d'appréciation du poids des objets, de sa dextérité? La qualité de la voix «juste», de l'oreille plus ou moins «absolue» conditionne autant la réception que l'émission vocale, l'aptitude à émettre les sons entendus dans la petite enfance. Certains tests ne portent que sur la capacité au raisonnement abstrait, d'autres apprécient l'imagination dans l'espace, la richesse du vocabulaire, la mémoire, la culture générale, l'aisance dans le calcul. Et l'on comprend qu'un enfant, né en France, mais qui n'entend pas parler le français à la maison, langue utilisée par le testeur, ait de médiocres résultats.

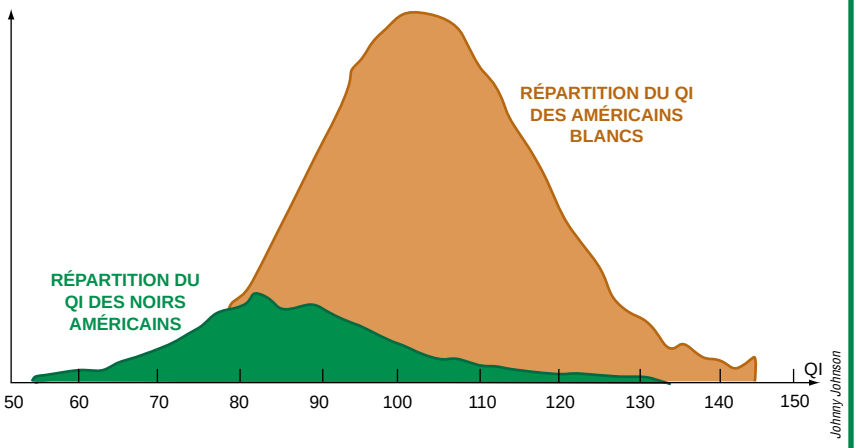
De la mesure... après toutes choses

«La passation du test est un acte qui met à l'épreuve la subjectivité du testeur et celle du testé. Un ratage des tests peut être la conséquence d'un mauvais contact entre eux, maladresse de l'un, mauvaise humeur de l'autre par exemple», et Anny Cordié nous rappelle qu'elle a vu «une série d'enfants qualifiés de débiles, avec des QI on ne peut plus catastrophiques. Ces enfants me paraissaient aussi malins que d'autres. Enquête faite, ils avaient été testés par une jeune institutrice,[...] en série, en vue d'une orientation, cela sans préparation[...] J'ai pensé qu'ils avaient considéré cette épreuve, faite en classe, comme un devoir supplémentaire et avaient répondu n'importe quoi».

Faut-il se méfier des tests, de ceux qui les utilisent, de l'usage que l'on en fait? Pourquoi veut-on que le résultat du QI soit constant, invariable dans le temps, puisque ses résultats s'améliorent quand l'enfant est en psychothérapie, quand il trouve de meilleures conditions de vie, un pédagogue plus chaleureux, moins angoissé, plus valorisant?

Des enfants, lors d'un changement de classe, ont vu s'améliorer leurs résultats aux tests et leur niveau de QI. Désignés comme plus intelligents que les autres, ont-ils bénéficié d'un intérêt plus soutenu de la part des enseignants? Cette valorisation inattendue a-t-elle regonflé leur narcissisme, leur confiance en leurs possibilités, les

LE QI - ROI EST IL NU?



En 1994, la parution de *The Bell Curve. Intelligence and Class Structure in American Life* fait sensation : plus de 400 000 exemplaires sont vendus en quelques mois. Les auteurs, Richard Herrnstein et Charles Murray prétendent démontrer scientifiquement qu'il existe une base génétique aux différences d'intelligence entre les groupes sociaux et les ethnies.

Selon ces auteurs, les tests de QI montrent l'infériorité des noirs américains. Si le fait est patent, en ce qui concerne les tests, son interprétation l'est moins : pour rendre compte de la disparité, les auteurs comparent les Afro-Américains aux Africains. Si les résultats inférieurs des Afro-Américains sont dus à la discrimination raciale aux États-Unis, raisonnent nos sociologues, alors les Africains devraient avoir un score supérieure. Tel n'est pas le cas, les Africains obtiennent une moyenne de 75, de 10 points inférieurs : donc seule la génétique explique la différence noirs-blancs, prétendent les auteurs de *The Bell Curve!*

À cela on peut légitimement objecter que les différences culturelles s'expriment par une plus ou moins grande motivation pour le QI et que cela se traduit par des scores différents. Que la discrimination raciale a perduré en Afrique sous le joug colonial et que les Africains l'ont subie autant que les noirs américains. Que l'échantillonnage des populations testées était peut-être biaisé. Et enfin que les conclusions de l'étude sont constamment faussées par la volonté de traduire une corrélation en causalité.

Est-il si étonnant que les bons résultats à des tests de QI soient associés à un statut social supérieur? Quelle est la cause, si cause il y a, et quel est l'effet? De plus, quelle est la part du milieu dans la réussite sociale et la part génétique? La belle découverte que de montrer que les enfants des parents «nantis» ont plus de chances de faire une bonne scolarité que les enfants des milieux défavorisés! Ne peut-on penser que les enfants des riches sont plus sollicités intellectuellement à travers des livres et des moyens de connaissance, plus libres dans leur activité intellectuelle, que les enfants des pauvres? Faut-il être convaincu que les gènes ont été distribués une fois pour toutes et que la structuration sociale ne reflète que la variable génétique?

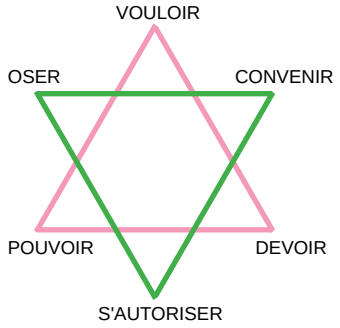
Les personnes au QI bas sont fréquemment des révoltés sociaux. Pourquoi? s'interrogent nos auteurs de la courbe de Bell. Parce qu'ils ne sont pas assez intelligents pour prévoir le résultat de leur action, répondent-ils, ou bien parce qu'ils ne comprennent pas que le vol est antisocial, ou bien parce qu'ils ne connaissent pas les lois... D'autres hypothèses semblent plus plausibles et plus charitables.

Le livre n'a pas de valeur scientifique. L'ouvrage n'est qu'une manière polie de traiter les noirs de sales nègres. Après examen des arguments, le roi est nu. Peu importerait, s'il n'existait le danger d'agir, socialement et politiquement, en fonction d'un déterminisme biologique primaire.

Leon Kamin, professeur de psychologie à l'Université Northeastern.
(Extrait de *Scientific American*, février. 1995, «Behind the Curve».)

encourageant à oser s'exprimer, à s'autoriser, à se permettre de travailler comme il convient pour réussir?

Frans Veldman oppose deux triangles vert et rouge pour montrer comment l'effectivité objective s'oppose à l'affectivité subjective, le règne du «Tu dois», où le maître impose, et le royaume du «Tu peux te permettre, je t'y invite». Tout enfant, comme tout adulte, aime être invité, mais déteste être commandé.



Revenons à la situation scolaire ; on voit l'importance de l'évolution qui est en train de se produire : quand tous les enseignants auront développé leur présence et leur «sécurité de base», ils pourront inviter leurs élèves à s'instruire. La constance du QI avec l'âge sera reconnue comme une idée erronée, qui avait la vie dure parce qu'elle permettait de classer en bons et mauvais, pour dominer politiquement. L'inégalité des citoyens, qui se fondait sur la différence des classes sociales, n'est-elle pas en train de réapparaître sous la forme de l'inégalité des capacités intellectuelles? «La croyance à une intelligence mesurable, stable, innée, engendre vite l'idée d'individus génétiquement supérieurs à d'autres, ou inférieurs aux autres. Les uns commandent, les autres obéissent! Il y aurait donc des «classes» supérieures et inférieures? On sait à quelles aberrations cela nous a menés ; il n'empêche, le phényx renaît de ses cendres : la hiérarchie sociale est toujours justifiée par des mesures quantitatives.

L'intelligence génétique?

L'intelligence serait-elle héréditaire? Certains tests sur les jumeaux semblent montrer qu'une partie de leur caractéristique serait semblable, donc héréditaire et indépendante de leur environnement. Mais il est aussi patent que le père du grand mathématicien Gauss n'avait pas transmis ses inaptitudes à son fils. Et que s'il existe des lignées de mathématiciens (Bernoulli) et de musiciens (Bach), les caractéristiques des génies ne sont pas transmises telles quelles : Einstein n'a parlé que très tard et il ne s'est adapté que difficilement à l'école!

Cela justifie-t-il que certaines femmes demandent une insémination artificielle avec le sperme d'un donneur-prix Nobel? Des chercheurs européens ont identifié un nouveau gène impliqué dans une forme d'oligophrénie familiale, c'est-à-dire de retard mental héréditaire : une protéine synthétisée par ce gène, baptisée «oligophrénine», semble jouer un rôle dans la régulation des mécanismes concernant le développement des axones et la migration des cellules neuronales. Mais cette découverte ne permet pas d'affirmer que les fonctions cognitives sont, elles aussi, transmises sur un mode héréditaire.

Axel Kahn pense très clairement que, si l'altération d'un gène entraîne un retard mental, un désordre particulier du comportement, on ne peut en inférer que l'intelligence et le comportement considéré sont liés à ce gène. Simplement l'activité de ce dernier est nécessaire à ces fonctions complexes. La section d'une «durite» aboutit à l'immobilisation de la voiture, qu'il s'agisse d'une vieille 2CV ou d'une voiture ultra-performante. Mais personne ne peut affirmer que cette «durite» est la pièce qui explique les performances de ces véhicules : elle est simplement indispensable à leur fonctionnement. Axel Kahn a raison d'interdire l'insertion de l'idéologie en biologie «pour enfermer l'homme dans une rêverie où les gènes seraient les mots qui décrivent notre destin de prisonnier, et les barreaux d'une prison»!

Rien ne justifie l'idée d'une continuité entre les arriérations mentales organiques et la débilité légère rencontrée dans l'échec scolaire. On ne trouvera jamais, je pense, le gène de l'intelligence à l'état isolé, l'inné et l'acquis ne pouvant être totalement dissociés. Si le capital génétique réside bien dans les chromosomes, l'enfant *in utero* intègre une multitude de facteurs d'environnement : stress maternels ou paternels, alcoolisme, intoxications diverses, mauvaises conditions de maternage pendant les premiers mois de la vie, qui peuvent laisser des séquelles peu réversibles, faisant croire à une arriération endogène.

«Il existe[...] un certain consensus pour faire de l'établissement des innombrables connexions des cellules cérébrales[...] la base du fonctionnement cérébral, et notamment des formations supérieures que sont les opérations mentales. La découverte de gènes de retards mentaux dit peu de choses sur d'éventuels déterminants génétiques des capacités cognitives. Si ceux-ci existent, ils sont manifestement multifactoriels, impliquant peut-être la combinaison d'un très grand nombre de gènes, agissant de toute façon en interaction étroite et constante avec le milieu socio-éducatif et culturel, et soumis aux aléas de la vie!», poursuit Axel Kahn. La biologie génétique identifie la structure de l'instrument, mais la musique dépend de l'interprète.

Ce concept d'intelligence mesurable ne peut que nous interroger. À quoi sert-il? Qui s'en sert et dans quel but? Pour quelle réassurance narcissique, au service du maintien de quelle organisation sociale et politique? Que se passerait-il si tous les enfants étaient accueillis affectivement avant leur naissance... et après, bien entendu, s'ils fréquentaient, avec leurs parents, des lieux de vie, d'accueil et de socialisation précoce sécurisante. À ce point de vue, l'école de Jules Ferry a échoué, et certaines pédagogies seraient préférables. Chaque enfant a besoin d'un accompagnement affectivo-confirmant pour se développer selon ses propres dispositions, selon son rythme.

Bernard THIS est cofondateur, avec Françoise Dolto, de *La Maison verte*, qui accueille les jeunes enfants et leurs parents.

Bernard THIS, *Neuf mois dans la vie d'un homme*, Interéditions, 1996.

Bernard THIS, *Le père, acte de naissance*, Seuil, 1980.

J.R. FLYNN, *Massive IQ gains...*, in *Psychological Bulletin*, 101, 171, 1987.

Ulric NEISSER, *Rising Scores on Intelligence Tests*, in *American Scientist*, september-october 1997.

Frans VELDMAN, *Haptonomie, science de l'affectivité : redécouvrir l'humain*, PUF, 1998.

Génétique et intelligence

ROBERT PLOMIN • JOHN DEFRIES

En analysant les disparités cognitives par des tests quantitatifs, les généticiens et les psychologues cherchent comment les gènes déterminent les aspects variés de l'intelligence.

Les diverses manifestations de ce que l'on nomme couramment intelligence varient selon les individus. Les différences entre individus, pour une même tâche, apparaissent en milieu scolaire, mais aussi dans les circonstances les plus variées de la vie quotidienne : dans l'utilisation du langage, dans la lecture d'une carte routière ou dans la mémorisation des numéros de téléphone. Ces disparités cognitives sont si évidentes qu'on oublie de s'interroger sur leur origine : pourquoi les individus sont-ils intellectuellement si différents?

L'environnement semble souvent être à l'origine de ces écarts : nous serions ce que nous apprenons. Par exemple, puisque nous apprenons à parler après la naissance, certains ont soutenu que l'apprentissage serait responsable des différences de vocabulaire entre les individus. À son tour, l'apprentissage varierait selon l'environnement : il dépendrait des encouragements et des modèles parentaux, de la qualité de l'enseignement de la langue dispensé à l'école, etc.

Au début du siècle, les psychologues pensaient ainsi que l'environnement expliquait toutes les disparités cognitives. Aujourd'hui, ils ont une position plus nuancée : ils reconnaissent des interactions possibles entre l'inné et l'acquis dans le développement cognitif. Au cours des dernières décennies, des études génétiques ont précisé le rôle important de l'hérédité, sans diminuer l'influence des facteurs environnementaux, dans le façonnement des composantes de l'intellect. Les deux aspects sont intimement liés : des différences génétiques détermineraient la facilité avec laquelle les individus apprennent. Des neurobiologistes traquent donc les gènes qui participeraient aux fonctions cognitives.

Quels sont les rôles respectifs des gènes et de l'environnement sur des capacités cognitives telles que la maîtrise du langage? Pour répondre à cette question, nous avons utilisé la génétique quantitative, une démarche statistique qui explore l'origine des variations entre les caractères individuels. Les données que nous avons utilisées étaient les résultats aux tests cognitifs qui avaient été proposés pendant des décennies à des jumeaux ou à des enfants adoptés. Les analyses ont révélé les contributions relatives de l'inné et de l'acquis dans l'apprentissage. Nous avons ainsi exploré les relations entre, d'une part, des facettes de l'intelligence, tel le raisonnement verbal ou spatial et, d'autre part, les fonctions cognitives normales et les dysfonctionnements, telle la dyslexie. La génétique moléculaire, qui identifie les gènes associés aux diverses capacités, révélera probablement, dans les prochaines années, les mécanismes biochimiques à la base de l'intelligence humaine. Les neurobiologistes espèrent que ces études génétiques permettront, à terme, de diminuer ou de prévenir les conséquences des troubles cognitifs.

Les capacités verbales et spatiales

L'idée d'une contribution génétique à l'intelligence inquiète parfois. Aussi doit-on d'abord examiner ce que serait exactement une influence génétique. Quand les généticiens parlent d'«héritabilité», ils pensent à une mesure statistique de l'influence des gènes sur les différences cognitives entre les individus.

Les statisticiens utilisent la variance pour mesurer les différences entre les individus d'une population. L'héritabilité correspond à la proportion de cette variance attribuable aux gènes. Par exemple, quand un caractère est héritable à 50 pour cent, la moitié de la variance pour ce caractère est associée à l'hérédité. Ainsi l'héritabilité décrit uniquement des différences entre les personnes ; elle ne dit rien de l'intelligence d'un individu donné. Toutefois, une héritabilité élevée d'un caractère marque une forte influence des gènes sur ce caractère.

Les premières mesures d'héritabilité, pour des capacités cognitives spécifiques, ont été effectuées dans les années 1970. La plus importante étude a été effectuée à Hawaii par des chercheurs des Universités de Hawaii et de Boulder, qui ont suivi plus de 1 000 familles, avec une attention particulière aux paires de frères et sœurs. Ces études ont révélé les corrélations (une mesure statistique de la ressemblance, comprise entre zéro et un) entre les membres d'une même famille, pour des tests d'aptitude verbale et spatiale.

Une corrélation nulle aurait indiqué que les résultats n'auraient pas été plus semblables que ceux de deux personnes sans lien de parenté. Au contraire, la corrélation aurait été égale à un si tous les membres des familles étudiées avaient eu les mêmes résultats. Toutefois, puisque les enfants ont en moyenne la moitié de leurs gènes en commun avec chacun de leurs parents et avec leurs frères et sœurs, la corrélation maximale entre leurs résultats aurait été seulement égale à 0,5 si l'aptitude aux tests avait été strictement déterminée par les gènes.

Les résultats ont montré que les capacités cognitives des membres d'une même famille sont plus corrélées que celles d'individus sans lien de parenté. Quelles sont les parts respectives des gènes et de l'environnement? Les généticiens ont essayé de répondre à cette question en étudiant

© POUR LA SCIENCE - N° 254 DÉCEMBRE 1998

des jumeaux et des enfants adoptés.

Très appréciées des généticiens du comportement, les études de jumeaux comparent les résultats aux tests cognitifs de vrais jumeaux (qui ont les mêmes gènes) à ceux de faux jumeaux (qui n'ont en commun que la moitié de leurs gènes environ). Si les gènes déterminent les capacités cognitives, les performances des vrais jumeaux devraient être plus semblables que celles des faux jumeaux. Les généticiens calculent l'héritabilité dans la population générale en doublant la différence des corrélations entre vrais et faux jumeaux.

L'adoption, d'autre part, regroupe dans un même environnement des individus qui ne sont pas génétiquement apparentés ou bien, à l'inverse, elle disperse dans des environnements familiaux différents des paires d'individus apparentés. Les corrélations entre ces paires indiquent les parts respectives de l'inné et de l'acquis dans la ressemblance familiale.

Les résultats des performances cognitives mesurées au cours des 30 dernières années de jumeaux étudiés dans quatre pays différents sont remarquablement concordants *(voir la figure 3)*. De l'enfance à l'âge adulte, les corrélations entre vrais jumeaux sont bien supérieures à celles des faux jumeaux, pour les tests de capacité verbale et spatiale. En 1997, les équipes de Gerald McClearn, aux États-Unis, et de Stig Berg, en Suède, ont découvert que les ressemblances entre les vrais et les faux jumeaux persistent au cours du vieillissement. Contrairement à ce que supposaient les gérontologues, les

David Kampfner, Gamma Liaison

1. LES JUMEAUX sont fréquemment étudiés par les psychologues qui explorent les aptitudes cognitives. Des vrais jumeaux *(en haut)* et des faux *(en bas)* participent ici à un test d'aptitude spatiale : ils tentent de reconstruire un modèle à l'aide de pièces de puzzle. Dans ces tests, les performances des vrais jumeaux (qui ont exactement les mêmes gènes) sont plus semblables que celles des faux (qui partagent environ la moitié de leurs gènes). Cette ressemblance indique une influence du patrimoine génétique sur les aptitudes spatiales.

différences génétiques ne s'amenuisent ni avec l'âge ni avec l'expérience. De surcroît, ces études indiquent que, dans la population générale, la génétique est responsable d'environ 60 pour cent de la variance pour les capacités verbales et d'environ 50 pour cent de la variance pour les capacités spatiales.

Les équipes de Thomas Bouchard, aux États-Unis, et de Nancy Pedersen, en Suède, ont montré que, chez les jumeaux séparés par l'adoption, l'héritabilité est aussi d'environ 50 pour cent pour les aptitudes verbales et spatiales.

Les études des jumeaux adoptés caractérisent remarquablement bien, d'une part, le rôle des gènes et de l'environnement dans le développement des aptitudes cognitives et, d'autre part, les liens possibles entre les diverses capacités cognitives. Depuis 1975, nous comparons les corrélations calculées entre plus de 200 enfants adoptés et leurs parents biologiques ou adoptifs, d'une part, et les corrélations pour un groupe de contrôle, composé d'enfants élevés par leurs parents biologiques, d'autre part *(voir la figure 4)*.

Les conclusions sont surprenantes. Par exemple, pour les aptitudes verbales et spatiales, les corrélations entre les femmes et les enfants qu'elles ont abandonnés sont identiques à celles que l'on mesure entre les mères et les enfants élevés normalement. En revanche, les performances des enfants adoptés diffèrent de celles de leurs parents adoptifs. Corroborée par un nombre grandissant de données, cette étude indique que les similarités entre les membres d'une famille ont essentiellement des bases génétiques, tandis que les disparités sont dues à l'environnement.

Notre étude révèle aussi l'augmentation de l'influence de la génétique au cours de l'enfance : vers l'âge de 16 ans, l'héritabilité devient égale à celle que l'on mesure chez l'adulte. Aux tests d'aptitude verbale et spatiale, la corrélation entre les parents biologiques et leurs enfants adoptés par d'autres avoisine 0,1 à l'âge de 3 ans ; elle triple à l'âge de 16 ans. Certaines transformations des fonctions cognitives sous contrôle génétique se déroulent au début de la scolarité, vers l'âge de 7 ans. À l'âge de 16 ans, les facteurs génétiques rendent compte de 50 pour cent de la variance pour l'aptitude verbale, et de 40 pour cent pour l'aptitude spatiale. Ces valeurs correspondent à celles qu'ont données des études des aptitudes cognitives spécifiques chez les jumeaux.

De l'aptitude à la réussite

Aujourd'hui, les neurosciences cognitives supposent que les divers processus cognitifs sont assurés par des centres distincts du cerveau. Selon ce «modèle modulaire», les diverses aptitudes cognitives devraient également avoir des causes génétiques indépendantes. Par exemple, les gènes déterminant des aptitudes verbales ne devraient pas intervenir de manière importante dans les aptitudes spatiales.

Cependant, les psychologues ont trouvé une corrélation modérée entre certaines capacités cognitives, telles les aptitudes verbale et spatiale. De bonnes performances à des tests d'un type sont assorties de bons scores aux tests d'autres types.

Ainsi, les études génétiques des aptitudes cognitives ne confirment pas le modèle modulaire et montrent qu'au contraire les gènes sont responsables de la plupart des associations entre habiletés cognitives. Notre étude et celle de jumeaux à différents âges indiquent que la génétique détermine 70 pour cent de la corrélation entre aptitudes verbale et spatiale. Des gènes qui déterminent une aptitude cognitive particulière seront probablement associés à d'autres aptitudes cognitives.

Les recherches indiquent, de surcroît, que la réussite scolaire semble dépendre de ces gènes. Dans les années 1970, les psychologues américains John Loehlin et Robert Nichols ont fait passer des tests, dans les quatre domaines de sélection pour une bourse (anglais, mathématiques, sciences sociales et sciences naturelles) à plus de 2 000 paires de jumeaux scolarisés dans l'enseignement secondaire. Ils ont alors montré que les performances des vrais jumeaux étaient régulièrement (et de manière importante) plus similaires que

Aptitudes cognitives et intelligence générale

Depuis la naissance de la psychologie, la nature fondamentale de l'intelligence est controversée. Certains affirment que l'intelligence est une faculté intrinsèque, héréditaire ; d'autres insistent sur les effets de l'éducation. Pour certains, l'intelligence est une qualité globale, qui recouvre toutes les facettes de la cognition ; d'autres pensent que l'intelligence résulte d'aptitudes distinctes, spécialisées – telles que le talent artistique ou le sens des mathématiques –, sans aucun principe en commun.

Les études génétiques des dernières décennies ont convaincu la plupart des psychologues que l'hérédité exerce une influence considérable sur l'intelligence : jusqu'à la moitié des variations de l'intelligence entre individus semble due à des facteurs génétiques.

La plupart des psychologues acceptent aujourd'hui une définition globale de l'intelligence : l'aptitude cognitive générale, ou «g». Des capacités cognitives spécifiques dépendantes les unes des autres confirment cette idée de qualité globale. R. Plomin et J. DeFries ont remarqué que les personnes qui obtiennent de bonnes performances à certains tests cognitifs réussissent également bien d'autres tests cognitifs. Cette correspondance a confirmé le bien-fondé des tests de QI (quotient intellectuel), qui décrivent par un seul nombre tout un ensemble de capacités cognitives.

Les résultats obtenus pour des aptitudes spécifiques confirment ce que l'on sait déjà de l'aptitude générale. Les héritabilités trouvées dans les études d'aptitudes cognitives spécifiques sont comparables à l'héritabilité rapportée pour g. L'influence génétique sur des aptitudes cognitives spécifiques augmente au cours de l'enfance et se stabilise vers l'âge de 16 ans. Les psychologues qui analysent l'aptitude cognitive générale observent la même évolution.

Les corrélations entre aptitudes verbales et spatiales sont utilisées dans les mesures de g : les gènes associés à l'une de ces deux aptitudes semblent également associés à l'aptitude cognitive générale. La relation inverse se vérifie aussi. R. Plomin et ses collègues ont récemment rapporté la découverte du premier gène associé à l'aptitude cognitive générale. Cette découverte, qui améliore notre compréhension de la nature de la cognition, réactivera aussi certainement le débat. En effet, la recherche sur l'intelligence est un domaine où l'avancée des connaissances résout rarement les désaccords.

celles des faux jumeaux ; les facteurs génétiques sont responsables d'environ 40 pour cent de la variation dans la réussite à ce type de tests.

Ces études ont démontré une influence génétique sur les résultats scolaires. Ces résultats surprenants contredisent l'idée répandue que la réussite dépend plus des efforts fournis que des aptitudes et montrent des effets de la génétique pour plusieurs types d'indicateurs de réussite.

Ces données soutiennent une conception de l'intelligence comme qualité globale de l'esprit, non modulaire, et soulignent l'importance des aptitudes cognitives pour des performances dans la réalité. Elles indiquent aussi que les gènes responsables des aptitudes cognitives sont probablement les mêmes que ceux qui sont impliqués dans la réussite scolaire.

À l'inverse, les déficiences cognitives et l'échec scolaire ont-ils également des causes génétiques? Les biologistes pensent que les gènes responsables des troubles cognitifs sont différents de ceux qui influencent les fonctions cognitives normales. Ainsi l'arriération mentale légère est-elle en grande partie héréditaire, mais les cas plus graves sont dans une large proportion déterminés par des facteurs environnementaux (des complications périnatales ou des atteintes cérébrales) qui n'interviennent pas dans le développement de l'intelligence naturel.

La génétique et la déficience

Cependant, les relations génétiques entre le normal et l'anormal restent à préciser. De nombreux psychologues ont exploré ce problème en étudiant les troubles de la lecture, ou dyslexie, dont souffrent 80 pour cent des enfants qui présentent des troubles de l'apprentissage. Les enfants dyslexiques lisent lentement, comprennent mal et ont des difficultés à lire à haute voix (voir *La dyslexie*, par Sally Shaywitz, *Pour la Science*, janvier 1997). L'un d'entre nous (J. DeFries) a montré que la dyslexie est héréditaire. La probabilité que le vrai jumeau d'une personne dyslexique soit également dyslexique est de 68 pour cent ; elle n'est que de 38 pour cent pour un faux jumeau.

Les gènes responsables des variations normales des aptitudes à la lecture interviennent-ils dans la dyslexie? Pour répondre à cette question, on doit mesurer quantitativement le degré de déficience.

Une nouvelle technique génétique, mise au point au cours des dix dernières années, quantifie les troubles : on collecte des informations quantitatives sur les proches des sujets déficients. Cette méthode est appelée

Tests d'aptitude verbale

1. VOCABULAIRE : dans chaque liste, entourez le synonyme du mot souligné. Il n'y a qu'une réponse correcte pour chaque ligne.

a) aride,	grossier,	malin,	modeste,	sec.
b) piquant,	fruité,	relevé,	dangereux,	dressé.

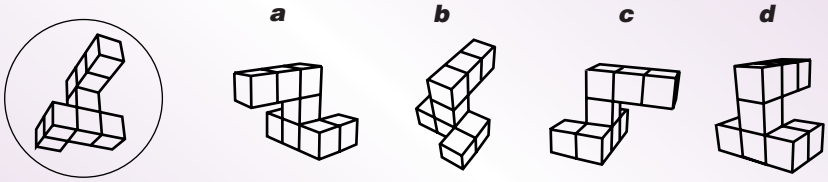
2. AISANCE VERBALE : en trois minutes, faites le maximum de mots commençant par F.

3. CATÉGORIES : en trois minutes, faites la liste de tous les objets PLATS auxquels vous pouvez penser.

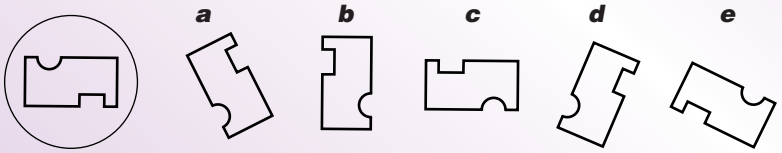
Tests d'aptitude spatiale

1. DÉCOUPAGE IMAGINAIRE : tracez une ou plusieurs lignes montrant comment on peut découper la figure de gauche pour obtenir les pièces représentées à droite.

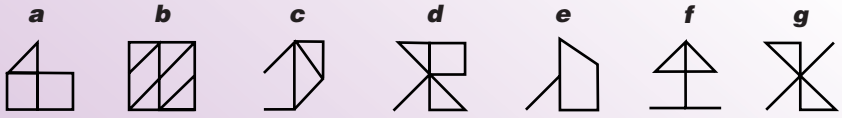
2. ROTATIONS MENTALES : identifiez les deux objets qui sont identiques à celui qui est entouré.



3. ROTATIONS DE CARTES : entourez les figures de droite qui correspondent, après rotation, à celle de gauche.



4. CONFIGURATIONS CACHÉES : entourez chacun des schémas ci-dessous où la figure 1 apparaît. La figure doit toujours être dans cette position, pas à l'envers ni sur le côté.



Jennifer C. Christiansen

2. DES TESTS D'APTITUDES SPÉCIFIQUES *(ci-dessus)* sont effectués par des adolescents et des adultes. Chaque aptitude cognitive est évaluée de plusieurs manières, et des combinaisons de tests évaluent avec fiabilité chaque capacité *(les réponses sont données à la page 126)*.

L'héritabilité

On interprète souvent mal les données sur l'héritabilité. L'héritabilité est une mesure statistique, exprimée sous la forme d'un pourcentage, qui décrit comment des facteurs génétiques contribuent à la variation d'un caractère entre les individus.

Cependant, une influence génétique sur un caractère ne signifie pas que «la biologie détermine complètement l'individu». En effet, la recherche en génétique montre que les facteurs environnementaux ont la même importance que les gènes. Si l'intelligence est héritable à 50 pour cent, les facteurs environnementaux sont tout aussi importants que les gènes dans les différences entre les individus.

En outre, lorsque les gènes sont particulièrement importants, comme dans le cas de certains handicaps mentaux, le milieu peut compenser leurs effets. Par exemple, les effets dévastateurs de la phénylcétonurie (une maladie génétique qui provoque l'arriération mentale) peuvent être combattus par l'alimentation.

Ainsi l'héritabilité d'un caractère n'est pas immuable ; l'influence relative des gènes et de l'environnement peut changer.

analyse des extrêmes de DF. Dans le cas de la dyslexie, on a mesuré les performances de lecture de vrais et de faux jumeaux de sujets atteints *(voir la figure 5)*. Si les gènes qui déterminent les variations normales des performances de lecture influencent aussi la dyslexie, les scores des vrais jumeaux des enfants dyslexiques doivent être plus proches des scores des enfants atteints que les scores des faux jumeaux. En effet, deux enfants issus des mêmes parents peuvent hériter de versions légèrement différentes d'un même gène ; les effets de ces gènes seront alors différents. Les gènes qui codent la couleur des yeux et la taille sont des exemples de gènes variables de ce type.

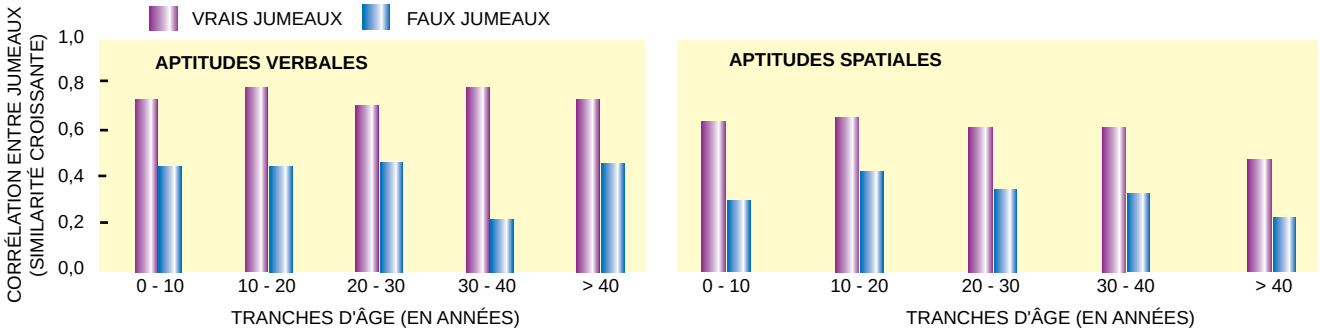
Or, on observe que les vrais jumeaux de sujets dyslexiques obtiennent des performances presque aussi mauvaises que les sujets dyslexiques sur ces tests quantitatifs. Les performances des faux jumeaux sont bien meilleures, mais elles restent plus mauvaises que celles du reste de la population. Par conséquent, les gènes impliqués dans la dyslexie semblent identiques à ceux qui contribuent aux caractères quantitatifs des aptitudes de lecture mesurées dans cette étude. Les analyses des extrêmes de DF indiquent que la moitié des différences observées dans les scores de lecture entre les dyslexiques et la moyenne de la population ont des causes génétiques.

Cette explication n'est pas valable pour toutes les autres déficiences. Apparemment la dyslexie ne représente pas un trouble distinct, mais se trouve à l'extrémité d'un continuum d'aptitudes à la lecture : elle serait la forme minimale de cette aptitude *(voir la figure 6)*. Si on trouve un jour un gène d'aptitude à la lecture, il sera probablement associé aux variations normales de l'aptitude à la lecture.

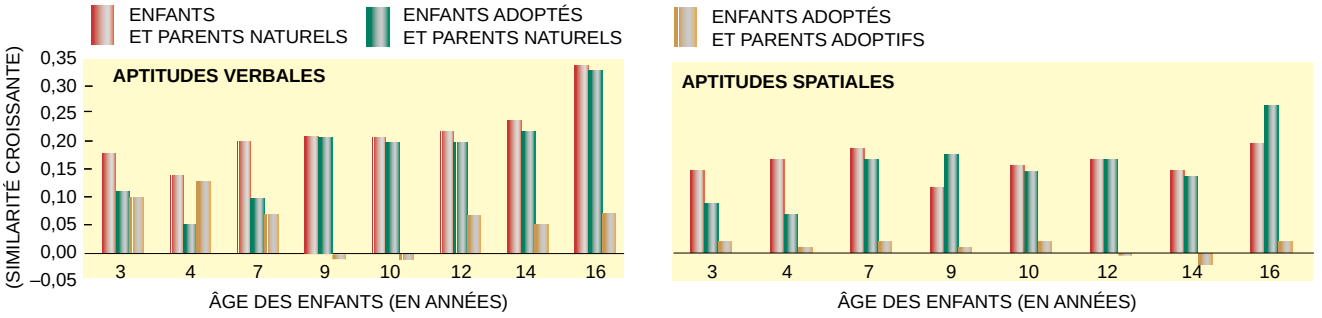
La chasse aux gènes

La génétique moléculaire est aujourd'hui utilisée pour l'exploration des gènes qui déterminent le comportement, ainsi que pour la recherche des protéines codées par ces gènes.

Des gènes responsables de capacités d'apprentissage ou de perception spatiale ont été identifiés chez la sou-



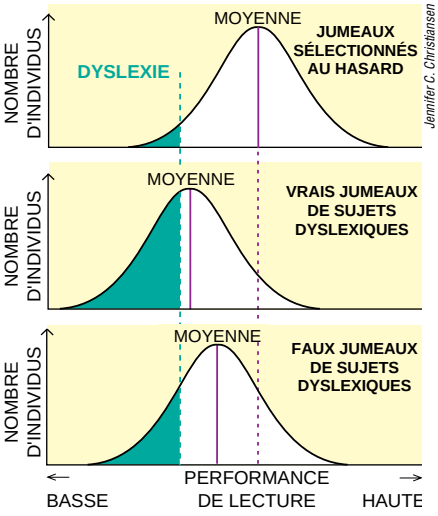
3. ON RECHERCHE dans les paires de vrais et de faux jumeaux les corrélations entre les habiletés verbales *(à gauche)* et spatiales *(à droite)*. Les résultats de différentes études démontrent une influence génétique importante sur des aptitudes cognitives spécifiques à tous les âges. Les performances des vrais jumeaux restent plus constantes dans la durée que celles des faux jumeaux. Ces données montrent que l'influence des gènes ne diminue pas avec le temps.



4. DES ENFANTS ADOPTÉS ont été suivis de l'âge de trois ans à l'âge de 16 ans. Les corrélations des aptitudes verbales *(à gauche)* et spatiales *(à droite)* entre les enfants et leurs parents biologiques se ressemblent de plus en plus au fil des années, que les enfants soient adoptés *(barres vertes)* ou non *(barres rouges)*. Au contraire, les enfants adoptés diffèrent de leurs parents adoptifs *(barres marron)*. Ainsi la majeure partie des ressemblances familiales pour les habiletés cognitives semble liée à des facteurs génétiques, et non à l'environnement.

ris et chez la drosophile (la mouche du vinaigre). L'analyse des variations présentes naturellement dans les populations humaines a mis en évidence des mutations de gènes isolés qui provoquent un retard mental global : les gènes de la phénylcétonurie et du syndrome de l'X fragile provoquent tous deux des retards mentaux. De plus, les anomalies génétiques responsables de la myopathie de Duchenne, du syndrome de Lesch-Nyhan, de la neurofibromatose de type 1 et du syndrome de Williams sont probablement la cause des déficiences cognitives associées à ces pathologies (voir *Le syndrome de Williams*, par Howard Lenhoff, Paul Wang, Frank Greenberg et Ursula Bellugi, *Pour la Science*, février 1998).

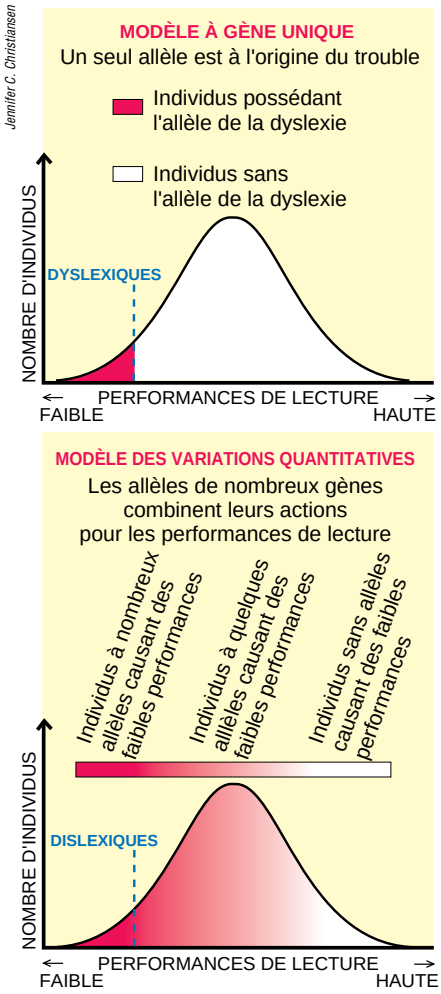
Aujourd'hui, on connaît plus de 100 mutations qui perturbent le développement cognitif. En revanche, le fonctionnement cognitif normal est très certainement déterminé par les effets de nombreux gènes agissant de concert. Ces groupes de gènes, nommés locus de caractères quantitatifs (LCQ), modifieraient la cognition de manière probabiliste plutôt que déterministe. Cette appellation, qui s'applique aux gènes



5. LES PERFORMANCES DE LECTURE de jumeaux indiquent un lien génétique possible entre des capacités de lecture normales et anormales. Dans un groupe d'enfants ayant un jumeau, sélectionnés au hasard *(en haut)*, un petit nombre de sujets sont dyslexiques *(en vert)*. Dans un groupe d'enfants ayant un jumeau dyslexique, les capacités de lecture sont plus faibles que dans le groupe sélectionné au hasard. Les capacités des vrais jumeaux *(au milieu)* sont plus faibles que celles des faux *(en bas)*. On en déduit que des facteurs génétiques sont impliqués dans ce trouble de la lecture. Les gènes impliqués dans les faibles capacités de lecture pourraient également intervenir dans l'aptitude normale à la lecture.

déterminants des caractères complexes, telle la cognition, souligne la nature quantitative de certains caractères physiques et comportementaux. On connaît des locus de caractères quantitatifs qui participent au déclenchement de maladies telles que le diabète, l'obésité, l'hypertension ; d'autres sont à l'origine de problèmes comportementaux tels que la sensibilité et la dépendance aux drogues.

Cependant, des mutations de locus responsables d'un trouble cognitif sont plus difficiles à identifier que des mutations de gènes isolés. Face à cette difficulté, D. Fulker a mis au point une méthode, comparable à l'analyse des extrêmes de DF, qui consiste à rechercher chez des frères et sœurs des corrélations entre des mutations déjà répertoriées de l'ADN et des différences dans des caractères quantitatifs. Une valeur extrême d'un caractère chez au moins un membre d'une paire de frère et sœur facilitera la détection des causes génétiques. Par cette technique, des collègues ont localisé un locus associé à la dyslexie.



6. DEUX MODÈLES illustrent la manière dont la génétique influence les difficultés de lecture. Dans le modèle classique *(en haut)*, une variante, ou allèle, unique d'un gène provoque le trouble ; tous les porteurs de cet allèle deviennent dyslexiques *(graphique)*. Cependant, les résultats de nombreuse études sont à l'origine d'un modèle différent *(en bas)*, dans lequel un allèle unique est incapable de produire le déficit par lui-même. Les actions d'allèles de gènes multiples, dont l'action individuelle est subtile, se combinent, induisent des scores plus faibles et augmentent le risque de déficience.

En pratique, la méthode est une analyse de marqueurs génétiques, c'est-à-dire de séquences d'ADN dont on sait qu'elles occupent des sites particuliers sur un chromosome et qu'elles varient légèrement selon les personnes. Les différentes versions des marqueurs, de même que les différentes versions des gènes, sont des allèles. Chaque cellule contient deux exemplaires de chaque chromosome (sauf pour les chromosomes sexuels X et Y chez l'homme), de sorte qu'elle a deux allèles de chacun des marqueurs. Pour chaque marqueur, les frères et sœurs sont soit semblables à des vrais jumeaux (ils ont les deux mêmes allèles), soit analogues à des faux jumeaux (ils ont un allèle commun), soit équivalents à des frères et sœurs adoptifs (ils n'ont aucun allèle commun).

Les généticiens qui ont découvert le locus de la dyslexie ont identifié des sujets dyslexiques parmi des jumeaux et ont ensuite évalué les performances de lecture de l'autre jumeau – le «cojumeau». Ils ont recherché les cojumeaux qui avaient un même marqueur et qui avaient des scores de lecture également faibles ; ils ont déduit que le marqueur était probablement proche d'un locus responsable de la dyslexie, sur le même chromosome. Les généticiens ont trouvé un marqueur de ce type sur le bras court du chromosome 6 pour deux échantillons : une paire de frères et sœurs non jumeaux et une paire de frère et sœur faux jumeaux. Ces résultats ont été vérifiés par d'autres équipes.

Ces études ont permis la localisation des gènes associés à la dyslexie, mais la caractérisation de ces gènes reste à faire. L'identification des gènes qui déterminent des aptitudes cognitives spécifiques bouleversera la neurobiologie. La génétique moléculaire devrait éclairer l'étude des comportements humains. L'analyse des liens génétiques existant entre des caractères, et entre des comportements et des mécanismes biologiques différents, sera sans doute bientôt possible. Les généticiens étudieront le développement des effets génétiques, et définiront plus précisément les interactions entre gènes et environnement.

Une fois les gènes responsables de troubles et de déficiences découverts, les cliniciens chercheront des thérapies plus efficaces et identifieront les personnes à risque longtemps avant l'apparition des symptômes. C'est déjà possible pour un allèle nommé Apo 4, associé à la démence et au déclin cognitif des personnes âgées. Lors des débats éthiques que susciteront les découvertes, on devra se souvenir qu'une influence génétique ne signifie pas un déterminisme génétique indépendant des interactions environnementales. Certains lecteurs trouveront sans doute notre position discutable, mais nous croyons que l'identification des gènes déterminants des caractères cognitifs est bénéfique.

Réponses des tests

Aptitude verbale : **1a :** sec ; **1b :** relevé.

Aptitude spatiale : **1 :**

2 : *b* et *c* ; **3 :** *a*, *c* et *d* ; **4 :** *a*, *b* et *f*.

Robert PLOMIN est professeur à l'Institut de psychiatrie de Londres. John DEFRIES est directeur de l'Institut de génétique comportementale à l'Université du Colorado.

Nature, Nurture and Psychology, sous la direction de Robert Plomin et Gerald E. McClear, American Psychological Association, Washington, D.C., 1993.

J.C. DEFRIES et Maricela ALARCÓN, *Genetics of Specific Reading Disability*, in *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, vol. 2, pp. 39-47, 1996.

Robert PLOMIN, John C. DEFRIES, Gerald E. MCCLEARN et Michael RUTTER, *Behavioral Genetics*, 3e édition, W.H. Freeman, 1997.

E.L. GRIGORENKO, F.B. WOOD, M.S. MEYER, L.A. HART, W.C. SPEED, A. SCHUSTER et D.L. PAULS, *Susceptibility Loci for Distinct Components of Developmental Dyslexia on Chromosomes 6 and 15*, in *American Journal of Human Genetics*, vol. 60, pp. 27-39, 1997.

Les surdoués

ELLEN WINNER

Les capacités exceptionnelles des enfants surdoués suscitent l'admiration. Cependant, ces enfants se sentent souvent isolés et incompris.

Il y a quelques années, alors que j'assistais à un concert, un jeune garçon de l'assistance attira mon attention : pendant que l'orchestre jouait un concerto de Mozart, il tenait, ouverte sur les genoux, une volumineuse partition d'orchestre. Tout en lisant, il fredonnait la musique avec justesse. À l'entracte, j'abordai son père, qui me confirma que Stephen, âgé de neuf ans, ne se contentait pas de regarder la partition, mais qu'il savait réellement la déchiffrer et que la lecture de partitions et de manuels de programmation informatique était son activité préférée. À l'âge où la plupart des enfants apprennent à multiplier ou à diviser, et qu'ils occupent leur temps libre à courir dans les cours de récréation, Stephen avait déjà gagné un prix de théorie musicale auquel participaient les adultes.

Les enfants surdoués comme Stephen sont à la fois fascinants et déroutants. Ils sont à la fois craints et raillés. On reproche souvent à leurs parents de les pousser au lieu de leur laisser vivre une enfance normale et équilibrée. Ces enfants sont si particuliers que les écoles ne savent pas quel enseignement leur dispenser, tandis que la société attend d'eux qu'ils deviennent, une fois adultes, des intellectuels ou des artistes créatifs et qu'elle considère comme un échec les promesses non tenues.

Les psychologues s'intéressent à ceux qui sont hors norme, mais, de même qu'ils connaissent mieux les psychopathologies que le bien-être ou le courage, ils en savent bien plus sur les déficients mentaux que sur les surdoués. L'étude de ces derniers aidera à leur trouver une scolarisation adaptée et éclairera les mécanismes de fonctionnement du cerveau humain.

Chacun de nous connaît des enfants intelligents, qui travaillent beaucoup et qui réussissent. Ces jeunes, toujours parmi les premiers, représentent 10 à 15 pour cent de l'ensemble des élèves ou des étudiants, mais seulement deux à cinq pour cent des étudiants sont surdoués. La plupart des enfants surdoués sont précoces : ils maîtrisent des sujets plus tôt et apprennent plus vite que la moyenne des enfants. Les surdoués (ou les prodiges, qui sont les plus surdoués des surdoués) diffèrent des enfants brillants par trois caractéristiques au moins.

Premièrement, les surdoués sont précoces ; ils maîtrisent des sujets plus tôt et ils apprennent plus vite que la moyenne des enfants. Deuxièmement, ils apprennent seuls : ils explorent leur

champ de prédilection de façon autonome et trouvent souvent la solution des problèmes intuitivement, sans passer par une suite d'étapes logiques. Troisièmement, ils ont une rage d'apprendre un sujet. Ils veulent connaître à fond le domaine où ils excellent, tels les mathématiques ou l'art ; ils se concentrent parfois sur leur travail, au point d'en oublier le monde extérieur.

Les surdoués semblent apprendre à lire tout seuls, à l'âge où ils commencent à marcher ; puis, à l'école et au collège, ils assimilent les mathématiques de niveau supérieur avec aisance ou dessinent bien mieux que la plupart des adultes. L'heureuse combinaison de leur intérêt exclusif pour certains domaines et de leurs facilités d'apprentissage les conduisent à des exploits dans leur domaine de prédilection. Les enfants surdoués sont toutefois plus sensibles aux traverses sociales et affectives et qu'on le pensait.

Surdoués et QI

La première grande étude des surdoués dura plus de 70 ans ; elle fut entreprise à l'Université Stanford, au début du siècle, par Lewis Terman. Ce psychologue suivit plus de 1 500 personnes sélectionnées dès l'enfance par leurs professeurs ; elles avaient un résultat supérieur à 135 au test de QI de Stanford-Binet (le score moyen est de 100). Tous ces enfants étaient précoces : en général, ils avaient parlé et marché très tôt et ils savaient lire avant d'aller à l'école. La plupart étaient extrêmement curieux.

Selon Terman, ils étaient également supérieurs aux autres enfants par leur bonne santé, par leur adaptation sociale et par leurs attitudes morales. Ainsi naquit le mythe du surdoué heureux et bien intégré, n'exigeant guère d'attention particulière. L'éducation actuelle des surdoués reste fondée sur cette idée fausse.

Toutefois, l'étude de Terman avait un défaut majeur : tous les enfants étudiés avaient été sélectionnés parmi les plus brillants ; les enfants surdoués qui étaient inadaptés à l'enseignement scolaire, ceux qui étaient solitaires ou ceux qui avaient des difficultés à assimiler l'enseignement classique ne figuraient pas dans la population étudiée. De surcroît, les évaluations de l'adaptation sociale et de la personnalité

1. L'ARTISTE WANG YANI a réalisé cette peinture intitulée *Tire plus fort*, en 1980, alors qu'elle n'était âgée que de cinq ans. Lorsqu'elle était encore enfant, elle a fait plus de 4 000 peintures en l'espace de trois ans.

Wang Shiqiang

des surdoués étaient réalisées par ces mêmes professeurs admiratifs qui avaient sélectionné les sujets de l'étude.

L'idée fausse du surdoué adapté, dont l'éducation ne pose aucun problème, persiste malgré les travaux plus récents qui l'ont réfutée. Ainsi, Mihaly Csikszentmihalyi, de l'Université de Chicago, a observé que les enfants aux capacités exceptionnelles dans un domaine ont plus de difficultés à se faire des amis ou à trouver des pairs partageant les mêmes intérêts. Ces enfants semblent constamment sous pression, très indépendants et introvertis. Ils passent plus de temps seuls que la moyenne des enfants et, même s'ils apprécient leur vie mentale solitaire, ils expriment également un sentiment de solitude. Plus leurs capacités sont extrêmes, plus ils se sentent isolés.

Selon certains psychologues, 20 à 25 pour cent des enfants les plus doués auraient des problèmes sociaux et affectifs ; cette proportion est près de deux fois supérieure à celle des enfants normaux. Les surdoués essaient souvent de cacher leurs capacités, dans l'espoir d'améliorer leur image. Les filles semblent plus gênées que les garçons : elles souffrent davantage de dépressions, d'une moindre estime de soi et de troubles psychosomatiques que les garçons.

Les professeurs qui ont dans leurs classes des surdoués en même temps que des élèves normaux ont des difficultés parce que les surdoués, qui connaissent déjà les matières enseignées, s'ennuient et s'isolent. La situation est pire encore pour les surdoués qui ont sauté des classes en raison de leurs capacités dans certaines matières : ils peuvent se retrouver en difficulté dans les matières qu'ils n'ont pas étudiées.

© 1977 Harcourt Brace and Company

2. NADIA, UNE «IDIOTE SAVANTE» EN DESSIN, était une enfant autiste, avec un âge mental de trois ans quand elle en avait six. Le croquis représenté ici, qu'elle réalisa en 1973, à l'âge de cinq ans et demi, témoigne d'une maîtrise du trait qui rappelle les grands maîtres de la Renaissance.

Des aptitudes inégales

Terman défendait l'idée que les surdoués avaient des aptitudes équivalentes dans toutes les matières scolaires. Certains ont en effet des facilités exceptionnelles pour s'exprimer oralement, voir dans l'espace et résoudre les problèmes numériques et logiques. Les enfants qui terminent leurs études universitaires au début de leur adolescence, ou même avant, sont probablement surdoués dans toutes les matières enseignées. Toutefois, beaucoup d'enfants surdoués ne sont exceptionnels que dans une seule matière ; dans les autres matières, ils n'ont pas de facilités particulières et, parfois même, ils ont des difficultés d'apprentissage. Des enfants créatifs qui ont des difficultés scolaires ne sont pas immédiatement reconnus comme des surdoués.

Chez les surdoués, la disparité des aptitudes est grande. Une étude récente portant sur plus de 1 000 adolescents extrêmement doués pour les matières scolaires a révélé que les compétences en mathématiques et en expression orale de 95 pour cent d'entre eux sont très inégales. Des aptitudes exceptionnelles en mathématiques et dans la capacité à se mouvoir dans l'espace (danse, sport) s'accompagnent souvent de capacités moyennes, voire insuffisantes, en expression orale. À l'Université Johns Hopkins, Julian Stanley a découvert que les compétences de nombreux surdoués sélectionnés pour des stages d'été en mathématiques différaient beaucoup. L'un d'entre eux, âgé de huit ans, a obtenu une note de 760 sur 800 en mathématiques à un test d'évaluation, mais seulement 290 sur 800 en expression orale du même test.

Le psychologue américain Benjamin Bloom, qui a étudié 20 mathématiciens de renommée mondiale, a observé qu'aucun d'entre eux n'avait appris à lire avant d'aller à l'école (pourtant la plupart des surdoués savent lire avant d'entrer au cours préparatoire) et que six avaient eu des pro-

blèmes d'apprentissage de la lecture. De même, une étude portant sur des inventeurs (aux aptitudes mécaniques et spatiales supposées élevées) a montré qu'ils avaient lu et écrit difficilement quand ils étaient enfants.

Ainsi, de nombreux enfants ayant des difficultés de langage peuvent avoir des capacités d'organisation spatiale développées. À l'Université Stanford, l'économiste Thomas Sowell a étudié des enfants présentant un retard de langage, après avoir eu un fils qui n'a pas parlé avant l'âge de quatre ans. En général, ces enfants percevaient bien l'espace (par exemple, ils excellaient dans la réalisation de puzzles) et la plupart avaient des proches dont la profession nécessite de bonnes capacités d'organisation spatiale. Le résultat le plus étonnant de cette étude était que 60 pour cent de ces enfants avaient des parents ou des proches qui étaient ingénieurs.

La corrélation entre les déficiences verbales et les capacités exceptionnelles d'organisation spatiale semble particulièrement forte chez les peintres et chez les sculpteurs. Avec Beth Casey, nous avons trouvé que les étudiants en art du Collège de Boston font plus de fautes d'orthographe que les étudiants qui suivent des cursus mathématiques ou littéraires. Non seulement les étudiants en art orthographiaient mal plus de la moitié d'une liste de 20 mots, mais ils faisaient des fautes généralement associées à de la dyslexie, adoptant une orthographe non phonétique : par exemple, «physicein» pour «physicien» (au lieu de la graphie phonétique «fisycien»).

Avec l'aimable autorisation d'Ellen Winner

3. LE DESSIN CLASSIQUE d'un enfant de cinq ans ayant des capacités moyennes manque de détails et il est très schématique.

Pourquoi de nombreux enfants doués pour une activité particulière ont-ils des difficultés dans d'autres domaines? Nous l'ignorons, mais si l'école leur dispense un enseignement très avancé dans toutes les matières, ces élèves seront constamment gênés dans les matières où ils sont faibles. Pis encore, si ces surdoués aux capacités inégales finissent par se sentir inadaptés et perturbent la classe, leurs dons risquent de passer inaperçus.

Les idiots savants : inégaux à l'extrême

Ceux que les psychologues nomment les «idiots savants» présentent les plus grandes disparités d'apprentissage. Les idiots savants sont des personnes hyperspécialisées et qui, soit sont autistes, soit présentent des symptômes autistiques (leur QI est souvent compris entre 40 et 70). Les idiots savants dits «ordinaires» ont une capacité normale qui contraste avec leurs autres aptitudes gravement limitées. En revanche, certains, moins nombreux (on en connaît moins de 100), ont une ou plusieurs

ET Archive, London/Superstock

4. WOLFGANG AMADEUS MOZART est un des enfants prodiges les plus connus. À trois ans, il reconnaissait les notes sur le piano ; à quatre ans, il savait dire si un violon était bien accordé au quart de ton près et, à huit ans, il déchiffrait des morceaux complexes. Mozart composa dès l'âge de cinq ans, écrivant deux menuets pour clavecin. Très jeune, il savait jouer des morceaux de mémoire après les avoir entendus une seule fois, et improviser sur un thème.

The Collections of the Edison National Historic Site, National Park Service

5. THOMAS EDISON est un exemple d'individu surdoué aux capacités inégales. Cet inventeur prolifique déposa 1 093 brevets, dont celui de la lampe à incandescence. Enfant, il était obsédé par la science et passait son temps à bricoler. Toutefois, Edison apprenait difficilement et il parlait mal ; il semble avoir présenté des symptômes de dyslexie. La coexistence d'aptitudes exceptionnelles d'organisation spatiale et de difficultés de langage se rencontre fréquemment chez les surdoués aux capacités inégales.

compétences prodigieuses. Au siècle dernier, ils étaient exhibés comme des phénomènes de foire.

Les idiots savants sont habituellement doués en dessin ou en sculpture, en musique ou en calcul mental. Dans leur domaine de spécialité, ils ressemblent aux enfants prodiges : ils ont des capacités précoces, de bonnes facultés d'auto-apprentissage, et ils font preuve d'une soif inextinguible de connaissances. Nadia, par exemple, phénomène en dessin, réalisait dès l'âge de trois ou quatre ans des croquis plus réalistes que ceux de n'importe quel enfant prodige du même âge. En outre, les idiots savants surpassent souvent les surdoués pour ce qui concerne la précision des souvenirs.

Ces personnes sont en quelque sorte des versions extrêmes de surdoués aux capacités disparates. Tout comme les enfants surdoués sont souvent dotés d'un génie mathématique ou artistique associé à des difficultés d'apprentissage du langage, les idiots savants combinent une capacité d'organisation spatiale très développée et de graves déficiences dans le domaine du langage. L'une des explications biologiques les plus intéressantes de cette particularité suppose une organisation atypique du cerveau, avec des déficits dans l'hémisphère cérébral gauche (qui commande habituellement le langage), compensés par un développement plus poussé de l'hémisphère droit (qui commande les aptitudes spatiales et visuelles).

Selon le psychiatre Darold Treffert, le fait que de nombreux idiots savants furent des prématurés corrobore l'hypothèse selon laquelle ils auraient des lésions dans l'hémisphère gauche du cerveau et un développement accru de l'hémisphère droit. À la fin de la grossesse, le cerveau du fœtus subit un «élagage», au cours duquel les neurones en surnombre meurent (voir *La maturation du cerveau*, par Carla Shatz, *Pour la Science*, novembre 1992). Les cerveaux des prématurés n'ont peut-être pas subi cette transformation ; dans ce cas, si l'hémisphère gauche subit un traumatisme peu avant la naissance, de nombreux neurones non utilisés restent disponibles, ce qui peut conduire à un développement accru de certaines aptitudes de l'hémisphère droit.

Les causes possibles de ces lésions cérébrales chez les prématurés sont nombreuses : anomalies au cours de la grossesse, oxygénation insuffisante durant l'accouchement, suroxygénation néonatale donnée aux enfants prématurés. En plus de lésions cérébrales, la suroxygénation peut déclencher une cécité chez les prématurés. Maints musiciens phénomènes ont cette triple caractéristique : naissance prématurée, cécité et renforcement des fonctions de l'hémisphère droit.

Les enfants surdoués posséderaient aussi une organisation cérébrale atypique. Chez la plupart des étudiants, l'aptitude verbale est commandée par le seul hémisphère gauche. En revanche, chez les enfants talentueux en mathématiques, les deux hémisphères participent à la production du langage, l'hémisphère droit organisant des tâches assurées d'ordinaire par l'hémisphère gauche. Ces enfants sont fréquemment gauchers, ce qui indique que leur hémisphère gauche n'est pas nettement dominant (l'hémisphère gauche du cerveau commande les membres droits du corps).

Le neurologue Norman Geschwind, de la Faculté de médecine de Harvard, s'est étonné que certains

Bill Eppridge, Life Magazine © Time, Inc.

6. LES JUMEAUX GEORGE ET CHARLES sont des idiots savants, surdoués en calcul mental. Tous deux sont capables de trouver très rapidement le jour de la semaine de n'importe quelle date passée ou future. Ces jumeaux sont nés en 1939, prématurés de trois mois et retardés mentaux. Leur QI se situe entre 40 et 70. Une capacité de calcul extraordinaire chez des enfants atteints par ailleurs d'un retard mental important illustre la disparité des dons observés à un degré moindre chez des enfants talentueux en mathématiques, mais ayant des difficultés d'apprentissage du langage.

Les surdoués, une population hétérogène

La synthèse d'E. Winner montre comment des travaux qui associent biologie, sociologie, psychologie et pédagogie, mettent en évidence une typologie des surdoués et des critères de différenciation.

De nombreux psychologues s'en sont tenus à l'utilisation de tests sur le QI pour détecter ces individus, mais l'étude de grandes populations de surdoués révèle des profils d'aptitudes si différents que le critère unidimensionnel du QI est insuffisant. Les domaines d'aptitudes sont très variés : art plastique, gymnique, affectif, expressif (aptitude verbale qui s'oppose à l'aptitude mathématique), apprenant qui s'oppose à l'aptitude de créateur ou encore l'autonomie qui s'oppose à l'aptitude d'exécutant.

Si les profils psychiques diffèrent, c'est que le développement des aptitudes des individus n'est égal, ni chez un même individu, ni entre eux. Le degré d'inégalité des aptitudes diverses est indépendante du niveau global ou partiel des individus, lui-même indépendant de la vitesse de développement. Ces variables jouent donc indépendamment, pour le meilleur et pour le pire.

Ainsi, le décalage entre l'intellect et l'affectif ou la motricité peut devenir une inégalité de développement profitable : celle qui donne son caractère au talent individuel, et donc, celle qui permet l'existence d'une division du travail dans des sociétés de plus en plus différenciées. L'inégalité de développement psychique des aptitudes, accessible à l'exploration empirique, permet la spécialisation ultérieure des compétences. Elle peut se traduire par la complémentarité des talents de tous niveaux. Lorsqu'elle apparaît précocement, l'inégalité de développement donne des jeunes prodiges avec un ou plusieurs talents remarquables dans des domaines variés. Aussi précoce, mais poussée à l'extrême, l'inégalité de développement aboutit à ces «idiots savants», phénomènes qui avaient frappé très tôt Alfred Binet.

D'où proviennent ces inégalités? Peut-on renforcer les aptitudes et pallier les déficiences? Ces questions animent la recherche actuelle. Des résultats récents montrent que l'insertion de l'appareil psychique dans le restant du système physiologique rend l'intellect sensible à des facteurs apparemment extrinsèques. De même que les troubles de la mécanique respiratoire, lors du sommeil (apnée), réduisent l'acuité de la vigilance, les conditions du sommeil paradoxal sont associées, d'une part au «surdouement» intellectuel et, d'autre part, au développement de la volonté, sans laquelle les autres aptitudes sont sans usage et sans avenir.

Non seulement la formation de l'œuf humain est un jeu de dés qui donne parfois des bases de l'inégalité des aptitudes, mais les hasards de la gestation et de ses conditions, ceux de l'accouchement, les variations accidentelles d'oxygénation ou d'imprégnation hormonale des tissus sont des hypothèses pertinentes de nombreuses inégalité du développement.

Ainsi, l'immense brassage des hasards cumulatifs est peut-être ce qui rend compte d'une stabilité vraisemblablement forte du génome humain : à preuve, la contribution à l'émergence de surdoués dans les couches défavorisées des pays industrialisés ou dans les populations humaines longtemps défavorisées par la géographie ou par l'histoire.

L'examen des profils scolaires contribue indiscutablement au dépistage des surdoués et à l'organisation de pédagogies qui leur sont adaptées. Toutefois, un développement systématique des tests psychométriques et d'exercices propres à entraîner les aptitudes de base – et non seulement les compétences pragmatiques – sont nécessaires ; ces dispositifs devraient être associés également à des orientations sociales prospectives, en vue d'animer et de solidariser les élans des jeunes. Faute de quoi, tout épanouissement promis et jalousement cultivé manquerait à l'appel.

Robert PAGÈS et Jean BRUNAULT,
Eurotalent, Paris

individus aux dons liés à des zones de l'hémisphère droit (musique et art) soient plus fréquemment gauchers ou ambidextres que les autres. De surcroît, ces surdoués ont plus de déficiences de l'hémisphère gauche, telles que retard d'apprentissage du langage, bégaiement ou dyslexie. N. Geschwind et son collègue Albert Galaburda supposent que cette association de dons et de déficits, nommée «pathologie de la supériorité», résulte de l'effet de la testostérone (l'hormone mâle) sur le développement du cerveau du fœtus.

Les neurologues savent que des concentrations élevées en testostérone peuvent retarder le développement de l'hémisphère gauche du cerveau fœtal, ce qui déclencherait, en compensation, le développement accru de l'hémisphère droit. Cette «toxicité» de la testostérone expliquerait également que plus de garçons que de filles ont des aptitudes particulières en mathématiques et en organisation spatiale, sont gauchers ou ambidextres et présentent des troubles du langage. Les neurologues ont également noté que les enfants surdoués souffrent plus fréquemment que les autres d'affections immunitaires, comme les allergies et l'asthme. Or, un excès de testostérone perturbe la maturation du thymus, qui intervient dans la développement du système immunitaire.

Cette explication de la disparité des dons liée à la testostérone reste toutefois controversée et, à ce jour, la théorie des déficiences et de leur compensation chez les idiots savants n'est pas étayée par l'étude du tissu cérébral. Néanmoins, de nombreux psychologues pensent que les dons sont profondément ancrés dans le cerveau du nourrisson, car les idiots savants et les surdoués présentent des capacités exceptionnelles dès leur plus jeune âge, bien avant qu'ils ne passent des heures à développer leurs dons.

Favoriser l'expression des dons

Quel enseignement devrait-on dispenser aux surdoués dont les aptitudes sont disparates, afin d'éviter leur ennui à l'école et leur isolement social? La plupart des programmes pour surdoués s'adressent à des enfants au QI supérieur à 130 ; ces enfants reçoivent chaque semaine quelques heures d'un enseignement supplémentaire, mais ces programmes ne conviennent pas aux grands surdoués.

Brown Brothers

7. UNE INTELLIGENCE BRILLANTE ne suffit pas à rendre heureux. William James Sidis (1898-1944) fut un grand surdoué : il savait lire et écrire à l'âge de deux ans et parlait six langues vers dix ans ; à l'âge de onze ans, il donnait des cours de mathématiques à l'Université Harvard. Toutefois, son père l'avait impitoyablement poussé, lui refusant tous les plaisirs de l'enfance et laissant les médias le traquer sans répit. En grandissant, il devint amer et se désintéressa totalement des mathématiques après avoir brillamment obtenu sa maîtrise de mathématiques à l'âge de 15 ans. Ce jeune homme talentueux passa le reste de sa vie à effectuer d'ingrates tâches d'employé de bureau, et ses dons devinrent obsessionnels et autistiques. Il mourut, solitaire, d'une hémorragie cérébrale à l'âge de 46 ans.

Les écoles normales ont la possibilité de s'occuper des enfants moyennement surdoués dans les diverses matières scolaires. Ces enfants constituent la majeure partie des élèves qui suivent des enseignements spéciaux : ce sont des élèves brillants, mais sans aptitudes extraordinaires, qui ne sont pas confrontés aux problèmes de la précocité et de l'isolement avec la même acuité que les grands surdoués. Comme la plupart des élèves, ces enfants gagneraient à un relèvement du niveau général de l'enseignement.

D'autres pays, notamment le Japon et la Hongrie, ont un niveau scolaire bien supérieur à celui des États-Unis, et les enfants réussissent bien. On pourrait répondre aux besoins des élèves modérément surdoués en proposant tout simplement des programmes plus difficiles.

Lorsque l'on sélectionne les élèves pour les programmes destinés aux surdoués à l'aide de tests de QI, on choisit surtout des élèves qui présentent des dispositions particulières dans l'ensemble des matières scolaires. Cependant, les tests de QI ne révèlent pas toujours les enfants qui ont des aptitudes exceptionnelles, mais inégales. Nombre de ces derniers réussissent très moyennement les tests de QI, car ils ont des talents en mathématiques ou de langage, mais pas dans les deux matières à la fois. Les élèves ayant des compétences particulières en musique, en art ou en sport sont, eux aussi, régulièrement ignorés. L'enseignement devrait plutôt détecter les surdoués en examinant leurs performances dans des domaines spécifiques, plutôt que de sélectionner les élèves à partir des tests de QI.

Les écoles devraient placer les grands surdoués dans des cours avancés seulement dans les matières où ils sont très forts. Celles où ils ne sont pas exceptionnels peuvent leur être enseignées dans leur classe habituelle. Les cours avancés peuvent être organisés avec des élèves plus âgés au sein de leur école ou dans des cours d'été accélérés où on leur enseigne, en quelques semaines, le programme de toute une année.

Les grands surdoués ont un besoin impérieux de travailler dans leur domaine de compétence en compagnie d'individus de leur niveau. Une stimulation appropriée et les opportunités ainsi offertes permettront à ces enfants de s'épanouir pleinement.

Ellen WINNER est psychologue au Collège de Boston.

Rémy CHAUVIN, *Les surdoués*, Stock, 1975.

Developing Talent in Young People, sous la direction de Benjamin S. Bloom, Ballantine, 1985.

M. CSIKSZENTMIHALYI, K. RATHUNDE et S. WHALEN, *Talented Teenagers : The Roots of Success and Failure*, Cambridge University Press, 1993.

Ellen WINNER, *Les surdoués : mythes et réalités*, Aubier, 1997.

Les formes d'intelligence

HOWARD GARDNER

L'intelligence n'est pas une faculté homogène que noterait le QI : ce dernier ne considère ni l'intelligence musicale, ni l'intelligence spatiale, ni l'intelligence corporelle, par exemple.

L'intelligence est-elle une faculté qui serait mesurée par le quotient intellectuel? Des décennies d'études et d'analyses m'ont convaincu du contraire : l'intelligence humaine englobe un ensemble de compétences bien plus variées que celles qui sont analysées de façon simpliste par les tests de QI. Je dénombre ordinairement huit formes d'intelligence, mais il y en a probablement davantage : à côté des formes d'intelligence «classiques», telles les aptitudes linguistiques et la logique mathématique, on doit faire figurer des formes d'intelligence moins habituelles, comme les talents musicaux ou spatiaux. Les systèmes éducatifs gagneraient beaucoup à tenir compte de ces formes d'intelligence, qui ne se révèlent généralement pas dans les tests de QI.

L'idée d'une intelligence qui serait bien décrite par le QI s'est imposée parce que quelques psychologues des années 1920 ont érigé en dogme les résultats de leurs travaux ; on a également prétendu que les individus naissent avec une certaine intelligence, ou intelligence potentielle, qu'il est difficile de la modifier et que les psychologues peuvent établir le QI d'un individu grâce à des tests à réponses brèves, ainsi qu'à l'aide de mesures simples, telles que la détermination du temps de réaction à une série d'éclairs lumineux.

Cette «théorie orthodoxe» a été rapidement critiquée. Le journaliste américain Walter Lippmann, par exemple, a montré que les critères retenus pour l'évaluation de l'intelligence étaient douteux et a milité pour faire comprendre que cette évaluation est plus difficile que les psychométriciens ne le pensaient.

Les psychologues ont également poursuivi les études, et ils ont progressivement montré que l'intelligence est un ensemble de plusieurs capacités. Dans les années 1930, à l'Université de Chicago, Louis Thurstone soutint qu'il était plus réaliste d'envisager sept «vecteurs de l'esprit», en grande partie indépendants. Trente ans plus tard, le psychologue américain Joy Guilford énuméra 120 formes d'intelligence, portées par la suite à 150. Aujourd'hui, à l'Université Yale, Robert Sternberg propose une théorie de l'intelligence à trois composantes : une capacité de calcul, une capacité de prise en compte du contexte et une capacité de réaction aux situations nouvelles.

Les adversaires de la notion d'intelligence unique, de même que ses partisans, sont cependant tous persuadés que l'on pourra déterminer la nature de l'intelligence en analysant les résultats de tests. Les défenseurs de l'orthodoxie semblent croire que les batteries élargies de tests feront émerger un facteur global d'intelligence ; ils en veulent pour preuve que les résultats obtenus par une même personne aux différents tests d'intelligence sont souvent homogènes. Au contraire, les «pluralistes» pensent que des tests suffisamment variés révéleront que l'intelligence se compose de capacités indépendantes.

Pourquoi, toutefois, des tests seraient-ils nécessaires à l'exploration de l'intelligence? Ne portait-on pas de jugements sur l'intelligence avant que Francis Galton et Alfred Binet n'échafaudent la première série de tests psychométriques, il y a un siècle? Si les dizaines de tests de QI utilisés dans le monde disparaissaient soudain, ne pourrions-nous plus évaluer l'intelligence?

Mes études d'enfants doués pour une ou plusieurs disciplines artistiques et d'adultes ayant subi des attaques cérébrales qui avaient altéré certaines facultés et en avaient épargné d'autres m'ont montré que la théorie de l'intelligence unique est douteuse. Chaque jour, je découvrais des individus aux capacités très variées, et souvent indépendantes.

Une brèche dans l'orthodoxie

Ayant ainsi compris que les êtres humains possèdent plusieurs aptitudes relativement indépendantes plutôt qu'une «puissance» intellectuelle mesurée par le QI, j'ai cherché à identifier différemment la notion d'intelligence humaine : c'est, me semble-t-il, «un potentiel psychobiologique qui permet de résoudre des problèmes ou de créer des objets appréciés dans au moins un contexte culturel». En me concentrant sur les objets fabriqués et la valeur culturelle, je me suis écarté des approches psychométriques classiques.

Le passage d'une intuition à une définition correcte des formes d'intelligence humaine a nécessité l'apport de plusieurs disciplines *(voir l'encadré de la page 139)*. La première est la psychologie : on l'utilise pour rechercher l'indépendance de l'évolution des diverses aptitudes et l'existence (ou l'absence) de corrélations entre certaines aptitudes.

Ces études sont complétées par des enquêtes historiques : on analyse des personnes exceptionnelles, notamment des prodiges, des savants ou des personnes inaptes aux études. L'anthropologie montre comment diverses aptitudes sont développées,

© POUR LA SCIENCE

Reprinted with Permission from Artists Rights Society

L'intelligence de l'entraîneur sportif

Lors de la coupe du monde de football, les choix tactiques effectués par Aimé Jacquet – entraîneur de l'équipe française – ont suscité de nombreuses controverses. Pourtant, A. Jacquet, ancien ouvrier, ancien joueur professionnel, a trouvé les ressources pour amener une équipe au plus haut niveau. Intelligent, A. Jacquet? Avant la coupe, certains doutaient de ses capacités et de sa personnalité, mais personne ne pensait à mesurer son quotient intellectuel.

La compétence professionnelle ne peut être réduite à une question d'intelligence abstraite au sens classique du terme, ni à son évaluation par des tests de QI. Comme souligné par H. Gardner, l'intelligence est une capacité très vaste : intelligence des situations, intelligence pratique ou concrète, intelligence émotionnelle, etc. Pour décrire – voire prédire – l'adaptation d'un individu aux multiples tâches professionnelles quotidiennes, un concept unidimensionnel ne suffit pas.

En sport, comment décrire un bon entraîneur? Par ses qualités propres (sa personnalité, son affectivité, etc.)? Par ses savoirs? L'expertise et l'efficacité de l'entraîneur sont difficiles à analyser et à définir. Cependant, les études de l'expertise dans divers domaines professionnels montrent que les individus adoptent un fonctionnement cognitif que l'on peut analyser à partir d'une distinction (caricaturale) entre deux conceptions de la pratique.

Une partie des savoirs professionnels découle sans doute de théories scientifiques relativement bien formalisées. En effet, pour certains, une théorie de l'entraînement n'est rien d'autre qu'un modèle formalisé de l'action, un ensemble systématique et cohérent de représentations que l'on s'efforce de justifier à l'aide de la pensée rationnelle ou scientifique. La fonction pratique des théories consiste alors à offrir aux entraîneurs des raisons d'agir comme ils le font, ou comme ils devraient le faire.

Ainsi, l'approche classique des sciences appliquées, qui domine aujourd'hui dans les sciences du sport, suppose qu'à partir de problèmes identifiés, les entraîneurs appliquent des règles selon le contexte pratique qu'ils rencontrent. Les entraîneurs préparent peu leur entraînement, mais ils s'adaptent en temps réel. Dans cette hypothèse, l'entraîneur doit avoir une intelligence conceptuelle, une capacité d'abstraction et de mémorisation pour trouver les meilleures solutions d'entraînement.

Cette description ne recouvre cependant pas complètement l'activité des entraîneurs. Si la recherche en sciences du sport a permis le développement de connaissances que l'on peut appliquer, la référence à une «rationalité technique», selon laquelle l'entraîneur applique des principes et des méthodes scientifiquement validés, est limitée. On devra analyser plus finement leur activité afin de mieux cerner les processus mentaux requis par ce métier, pour mieux détecter et mieux former des entraîneurs efficaces.

L'analyse de l'expertise montre, qu'en général, les professionnels développent des bases de connaissances spécifiques, consistant pour une part en des règles que l'on peut formaliser (de nature scientifique ou non) et, pour une autre part, en des connaissances plus implicites, plus personnelles, qui résultent principalement de l'expérience. Ainsi, le bon entraînement ne découle pas de la stricte application de connaissances rationnelles, mais d'une quête toujours renouvelée du meilleur compromis entre des objectifs divergents.

Examinons, dans quelques disciplines sportives, des exemples d'analyse de l'activité de l'entraîneur. Jacques Saury, de l'École nationale de voile, et Marc Durand, de l'Université de Montpellier 1, ont montré que les entraîneurs de voile enseignent la technique aux athlètes tout en cultivant des relations amicales avec eux. L'entraînement est conçu et modifié de façon interactive, en coopération, et non dans un rapport concepteur-exécutant. De cette coopération naissent les conditions de l'entraînement, sans que celles-ci aient été intégralement prévues par l'entraîneur.

Mes collègues Fabienne d'Arripe Longueville et Jean Fournier ont montré que les entraîneurs-experts de tir à l'arc fondent leur entraînement sur le travail coopératif et sur l'accès de l'athlète à l'autonomie. L'entraîneur demande aux athlètes de s'investir mentalement (en terme de motivation et de concentration) sur la tâche de tir. Ce mode de relation se concrétise par une individualisation du processus d'entraînement et par la recherche d'une forte cohésion au sein de l'équipe.

Carole Sève, de la Fédération française de tennis de table, a montré que, dans ce sport, l'action des entraîneurs est toujours improvisée, même lorsque les entraîneurs anticipent mentalement le contenu de la séance d'entraînement : l'entraînement se construit pas à pas. Cela est possible, car la planification des séances d'entraînement reste finalement assez vague, ce qui ouvre des possibilités d'action en temps réel.

Les études sur le développement de l'expertise dans l'entraînement que j'ai réalisées à l'INSEP indiquent que les entraîneurs se forment par différents moyens. Les meilleurs entraîneurs, que l'on nomme entraîneurs-experts, ont un parcours professionnel long – de l'ordre de 20 ans – dans des fonctions variées d'enseignement et d'entraînement. Souvent, un entraîneur particulier (un mentor) a marqué leur début dans le métier et a influencé à la fois leur conception de l'entraînement et leurs attitudes d'entraîneur. La formation universitaire initiale ne semble pas expliquer l'expertise professionnelle. En revanche, l'expérience, associée à une volonté d'observation et d'expérimentation continuelle est une source importante de savoirs. L'acquisition de l'expertise est liée à l'expérience.

Philippe FLEURANCE,
Laboratoire de psychologie du sport, INSEP, Paris

ignorées ou appréciées dans différentes cultures. La sémiologie identifie les symboles qui codent certaines sortes d'expressions : verbales, arithmétiques et cartographiques, par exemple. La biologie prouve enfin que les diverses aptitudes ont des histoires évolutives distinctes et sont assurées par des structures neuronales particulières ; ainsi, diverses parties de l'hémisphère gauche sont actives lors des tâches motrices, lors des tâches linguistiques ou quand le cerveau calcule ; l'hémisphère droit est le siège d'aptitudes spatiales et musicales avec, notamment, le discernement de la fréquence des sons.

Huit formes d'intelligence

J'ai ainsi étudié de nombreuses aptitudes, allant de celles fondées sur les sens à celles touchant à l'organisation, au caractère et, même, à la sexualité. Lorsqu'une aptitude présumée répond au moins partiellement aux critères établis, je la considère comme une forme d'intelligence.

En 1983, j'ai conclu que sept aptitudes répondaient assez bien aux critères précédents : l'intelligence linguistique, la logique mathématique, l'aptitude musicale, l'aptitude spatiale, l'aptitude du corps à se mouvoir (celle des athlètes, des danseurs), l'intelligence interpersonnelle (la capacité de déchiffrer les états d'âme des gens, leurs motivations et autres états mentaux), et l'intelligence intrapersonnelle (l'aptitude à analyser ses propres sentiments et à s'en inspirer pour guider son comportement). On réunit généralement les deux dernières formes en une «intelligence émotionnelle» (bien que, selon moi, le terme soit galvaudé : il s'agit plus de cognition que d'émotion). Les tests classiques d'intelligence sondent surtout l'intelligence linguistique et l'intelligence logique ; quelques-uns examinent l'intelligence spatiale. Les quatre autres formes d'intelligence sont quasi ignorées.

En 1995, mes analyses m'ont conduit à proposer une huitième forme d'intelligence : celle du naturaliste, la capacité d'identifier et de classer des objets naturels. Linné et Charles Darwin possédaient apparemment cette forme d'intelligence. Aujourd'hui, une neuvième forme d'intelligence semble s'imposer : une intelligence existentielle, qui englobe la propension humaine à réfléchir aux questions fondamentales sur la vie, la mort ou l'infini. L'intelligence existentielle rejoindra la liste des élues si des preuves neuronales de son existence apparaissent.

La théorie des intelligences multiples reconnaît deux grands principes : d'une part, les êtres humains possèdent toutes ces formes d'intelligence ; d'autre part, de même que nous sommes tous différents, avec une personnalité et un tempérament uniques, nous avons chacun un profil spécifique d'intelligence. Deux individus, même des jumeaux ou des clones, n'ont jamais le même profil intellectuel, parce que leur histoire est particulière.

Cette théorie des intelligences multiples est vivement débattue. De nombreux psychologues n'admettent pas que l'on s'éloigne des tests classiques et que l'on propose d'adopter des catégories qui ne leur sont pas familières, et qui sont difficilement quantifiables. Beaucoup hésitent à utiliser le mot «intelligence» pour décrire des compétences qui ne sont pas celles qui avaient été reconnues par les fondateurs du dogme ; ils préfèrent, par exemple, parler de talent musical plutôt que d'intelligence musicale. Une définition aussi étroite dévalue pourtant ces aptitudes : des chefs d'orchestre ou des danseurs ne seraient pas intelligents, mais seulement talentueux.

Les critères à partir desquels on définit les formes d'intelligence

1. Une aptitude particulière a-t-elle été isolée à la suite d'une attaque cérébrale ? Par exemple, des aptitudes linguistiques peuvent être touchées ou épargnées par des attaques.

2. Existe-t-il des prodiges, des savants et d'autres êtres d'exception ? Ces individus permettent de bien repérer les diverses formes d'intelligence.

3. Existe-t-il un jeu d'opérations de base identifiable ? L'intelligence musicale, par exemple, est la sensibilité des individus à la mélodie, à l'harmonie, au rythme, au timbre, à la structure musicale.

4. Existe-t-il une histoire du développement spécifique chez un individu, associée à une définition possible de la performance pour cette compétence ? On examinera les talents d'un athlète de haut niveau, d'un vendeur ou d'un naturaliste, mais aussi les étapes d'une telle compétence.

5. Existe-t-il une histoire évolutionniste et une vraisemblance de cette évolution ? On examinera, par exemple, l'intelligence spatiale des mammifères ou l'intelligence musicale des oiseaux.

6. Existe-t-il des tests en psychologie expérimentale ? Les psychologues ont prévu des exercices qui indiquent spécifiquement quelles compétences sont reliées et lesquelles sont autonomes.

7. Existe-t-il des preuves psychométriques ? Des séries de tests montrent ceux des exercices qui révèlent, ou non, le même facteur sous-jacent.

8. Aptitude à être codé à l'aide d'un système symbolique. Des codes tels que le langage, l'arithmétique, les cartes et l'expression logique, entre autres, permettent de saisir des éléments essentiels de ces intelligences respectives.

L'intelligence personnalisée

Certains individus présentent au plus haut point une forme particulière d'intelligence ; ils peuvent toutefois briller dans plusieurs catégories.

Les diverses cultures favorisent parfois le développement de certaines formes ; par exemple, les habitants de l'atoll Puluwat des îles Caroline, dans le Pacifique Sud, développent une intelligence spatiale qui les rend excellents marins, tandis que les enfants Manus de Papouasie-Nouvelle-Guinée apprennent à canoter et à nager avec une habileté qui échappe à la plupart des enfants occidentaux amateurs de mer.

Georges Perec

DR

1. INTELLIGENCE LINGUISTIQUE

Maîtrise et amour du langage et des mots, avec le désir d'en explorer les possibilités. Poètes, écrivains, linguistes : Charles Baudelaire, Noam Chomsky, Victor Hugo.

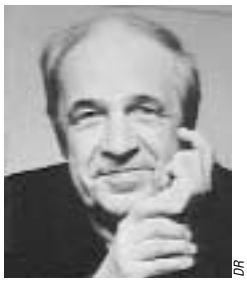
Carl Friedrich Gauss

DR

2. INTELLIGENCE MATHÉMATIQUE

Confrontation et évaluation d'objets et d'abstractions, et repérage de leurs relations et des principes sur lesquels ils reposent. Mathématiciens, savants, philosophes : Henri Poincaré, Albert Einstein, Marie Curie, Subrahmayan Chandrasekhar.

Pierre Boulez


DR

3. INTELLIGENCE MUSICALE

Compétence en matière de fréquence, de rythme et de timbre, non seulement dans la composition et l'exécution d'une œuvre, mais aussi dans l'écoute et le discernement. Peut être reliée à d'autres formes d'intelligence : linguistique ou spatiale. Compositeurs, chefs d'orchestre, musiciens : Ludwig van Beethoven, Leonard Bernstein, John Lennon.

Camille Claudel

DR

4. INTELLIGENCE SPATIALE

Aptitude à percevoir avec précision le monde visible, à modifier et transformer les perceptions, et à recréer des expériences visuelles, même sans stimulus physiques. Architectes, sculpteurs, cartographes, navigateurs, joueurs d'échecs : Michel-Ange, Garry Kasparov, Gustave Eiffel.

Rudolf Noureïev

DR

5. INTELLIGENCE EXPRESSION CORPORELLE

Contrôle et harmonisation des mouvements du corps et manipulation des objets. Danseurs, athlètes, acteurs : Marcel Marceau, Carolyn Carlson, Michael Jordan.

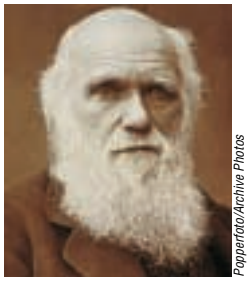
Françoise Dolto

Louis Monier, Gamma

6. et 7. INTELLIGENCES ÉMOTIONNELLES

Détermination précise de ses propres humeurs, sentiments et autres situations mentales (intrapersonnelle) et de ceux des autres (interpersonnelle), et utilisation de ces informations comme guide du comportement. Psychiatres, responsables religieux : Sigmund Freud, Mahatma Gandhi.

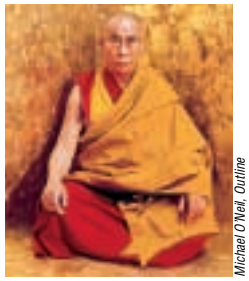
Charles Darwin


Popperfoto/Archive Photos

8. INTELLIGENCE NATURALISTE

Reconnaissance et classement des objets naturels. Biologistes, naturalistes : Linné, Jean Rostand, Jean-Henri Fabre, Georges Cuvier.

Dalaï Lama


Michael O'Neil, Outline

9. INTELLIGENCE EXISTENTIELLE

Comprendre les questions fondamentales de la vie et réfléchir sur elles. Son statut d'intelligence n'est pas complètement établi. Meneurs spirituels, philosophes : Aristote, Jean-Paul Sartre, Sören Kierkegaard.

Personnellement, je ne vois pas d'inconvénient à nommer talents de telles aptitudes, mais je réclame alors que le raisonnement logique et l'aisance linguistique soient nommés de même.

Certains ont critiqué le caractère empirique de la théorie des intelligences multiples, mais cette critique me semble paradoxale : l'expérience ne doit-elle pas être la base de la théorie scientifique? Le nombre des formes d'intelligence, leur délimitation, leurs composantes doivent être analysés à la lumière des nouvelles découvertes. L'existence d'une intelligence naturaliste ne sera confirmée que si l'on prouve qu'une partie du lobe temporal se charge de reconnaître et de nommer les objets naturels, tandis qu'une autre partie est consacrée aux objets faits de main d'homme (l'intelligence naturaliste est aujourd'hui révélée par l'observation de personnes qui, à la suite de lésions cérébrales, restent capables de nommer des objets inanimés, alors qu'elles ont perdu la faculté d'identifier des êtres vivants).

L'existence des formes d'intelligence émotionnelle résulte de recherches menées au cours des dix dernières années sur l'intelligence émotive et sur le développement, chez les enfants, d'une «théorie de l'esprit» : les enfants apprennent que les êtres humains ont des objectifs et agissent en fonction d'eux. Par ailleurs, Frances Rauscher et ses collègues de l'Université du Wisconsin ont exploré l'«effet Mozart», selon lequel des expériences musicales précoces renforcent les aptitudes spatiales ; ainsi les intelligences musicale et spatiale correspondraient à des aptitudes communes.

La théorie des intelligences multiples est corroborée par des études dans plusieurs disciplines. En neurosciences, on reconnaît la nature modulaire du cerveau ; la psychologie évolutionniste reconnaît que des aptitudes différentes ont évolué dans des environnements spécifiques, adaptant l'individu à son milieu. Les partisans du QI classique et de l'intelligence globale sont de plus en plus isolés.

Ainsi, si quelques psychologues doutent encore de la théorie des intelligences multiples, des éducateurs du monde entier l'ont adoptée. Ils observent en effet que la théorie des intelligences multiples décrit bien la diversité

SCIENCES
D'AVENIR

ONDES ET ONDELETTES
B. Burke Hubbard
PRIX D'ALEMBERT 1996

L'élaboration des ondelettes
est une saga moderne.
Fourier a inventé la décomposition
d'un signal en éléments simples ;
pour les besoins de l'analyse
du signal, physiciens et mathématiciens
ont inventé une nouvelle décomposition
en ondelettes. Celle-ci est utile
dans de nombreuses applications
et ses richesses
ne sont pas toutes exploitées.

Barbara Burke Hubbard
est écrivain scientifique :
elle retrace avec simplicité et chaleur
comment les scientifiques pensent
et hésitent avant que n'éclose une idée,
et comment ils coopèrent.
Voir bon de commande p. 194

POUR LA SCIENCE
DIFFUSION BELIN

des formes d'intelligence des enfants, et qu'elle aide à imaginer des méthodes pour motiver les élèves et les étudiants. Aujourd'hui, des écoles, des classes, des programmes, des textes, des logiciels sont adaptés aux différentes formes d'intelligence. Dans l'ensemble, cette initiative a prouvé son succès : des étudiants ont retrouvé une vie intellectuelle motivante. Malheureusement, l'idée initiale a parfois été détournée : j'ai vu des matières enseignées de huit façons différentes, et j'ai vu des écoles qui recherchaient les formes de l'intelligence par des batteries de nouveaux tests.

La théorie des intelligences multiples est plutôt un outil qu'un objectif en soi. C'est seulement quand l'éducation s'est fixé des objectifs que la théorie aide à les atteindre. Je crois que des écoles devraient s'efforcer de développer des individus d'un certain type – ayant le sens civique, sensibilisés aux arts. Elles devraient aussi approfondir les matières essentielles pour que les étudiants terminent leurs études avec un bagage suffisant. Les premiers essais de programme et d'évaluation fondés sur la théorie des intelligences multiples, comme le *Projet Spectrum* de l'Université Tufts, se sont révélés très prometteurs. (Dans ce projet, une quinzaine d'activités sont proposées aux enfants, chacune orientée vers une forme d'intelligence particulière ou vers un ensemble de formes d'intelligence.)

Le futur de l'intelligence multiple

Le débat lancinant sur l'existence d'une ou de plusieurs intelligences n'est pas près d'être clos ; il ne s'éclairera qu'à trois conditions. Tout d'abord, les psychologues devraient élargir leur vue de l'intelligence aux aptitudes humaines quantifiables, sans confondre l'intelligence avec d'autres qualités comme la créativité, la sagesse ou la moralité. L'élargissement de l'intelligence doit toutefois rester descriptif. J'admets la notion d'intelligence émotionnelle lorsqu'elle correspond à la capacité d'évaluer une information relative à sa propre vie émotionnelle ou à celle d'un autre. Ainsi, je suis d'accord avec Daniel Goleman, psychologue et reporter au *New York Times*, quand il signale l'importance de l'empathie (la faculté de percevoir ce que ressent autrui) comme composante de l'intelligence émotionnelle, mais je ne le suis pas quand il met l'altruisme dans cette même catégorie : l'aptitude à déceler la souffrance d'autrui n'est pas équivalente à celle qui consiste à décider de lui venir en aide ; un individu sadique pourrait utiliser sa compréhension d'autrui pour faire souffrir.

Deuxièmement, la psychologie devra abandonner les tests classiques, où il s'agit de répondre rapidement à des questions, et revenir aux manifestations de la vie réelle, exploitables par des simulations. Au début du siècle, la psychologie a progressé en proposant des tests composés de questions simples (par exemple, répéter des nombres à l'envers), afin d'explorer des aptitudes ou des habitudes importantes. Aujourd'hui, les systèmes informatiques permettent de tester les individus dans des situations complexes, de voir comment ils raisonnent, discutent, analysent des données, critiquent des expériences, exécutent des travaux d'art, etc. Autant que possible, nous devrions entraîner les étudiants à ces activités valorisantes, et nous devrions estimer la qualité de leur exécution en conditions réelles.

Troisièmement, la notion d'intelligence multiple pourrait servir de base à une pédagogie et à une évaluation plus efficaces. J'apprécie peu les systèmes éducatifs qui consistent simplement à «entraîner» les intelligences ou à les utiliser de façon superficielle (par exemple, comme chanter les tables de multiplication ou écouter une cantate de Bach durant un travail de géométrie). Le pouvoir éducatif des intelligences multiples n'est réellement mis à profit que si les diverses aptitudes sont directement utilisées lors de l'apprentissage.

En pratique, comment s'y prendre? Examinons trois exemples : la théorie de l'évolution (exemple de vérité scientifique), la musique de Mozart (exemple de beauté artistique) et l'holocauste (exemple d'immoralité dans l'histoire récente). Pour chaque exemple, on pourrait présenter le sujet aux étudiants de plusieurs façons, qui feraient appel à différentes formes d'intelligence ; on peut notamment rendre les thèmes enseignés plus familiers à l'aide d'analogies et de métaphores tirées de domaines variés. Ainsi, les idées directrices du sujet peuvent être appréhendées non seulement à travers le langage symbolique classique, mais aussi à travers des représentations complémentaires.

La théorie de l'évolution, par exemple, peut faire l'objet d'une narration historique, d'une analyse logique, d'une analyse quantitative de la taille et de la dispersion de populations (biométrie), de regroupement des espèces ou, au sens dramatique, d'une lutte entre individus (ou de gènes, ou de populations), etc. Celui qui n'envisage l'évolution que d'une seule manière, en n'utilisant qu'une seule représentation, a une idée bien mince des concepts principaux de la théorie.

Pendant trop longtemps, la société a laissé l'intelligence aux mains des psychométriciens. Ces «fabricants de tests» ont souvent une vue trop étroite de l'intelligence. Ils se fient à une série d'instruments destinés à valoriser certaines aptitudes, tout en ignorant celles qui ne se prêtent pas aux évaluations formelles et quantitatives. Ceux d'entre eux qui ont un programme politique détournent souvent les résultats.

La théorie des intelligences multiples s'efforce d'avoir une meilleure idée de l'intelligence en se fondant sur une base scientifique plus large, qui offre aux éducateurs une panoplie d'outils permettant au plus grand nombre de maîtriser des disciplines autonomes de façon efficace. Bien appliquée, cette théorie aidera chaque individu à l'accomplissement de son potentiel humain, pour le service du plus grand nombre de personnes.

Howard GARDNER enseigne les sciences de l'éducation à l'Université Harvard.

Howard GARDNER, *Les intelligences multiples*, Retz, 1996.

Howard GARDNER, *L'intelligence et l'école*, Retz, 1996.

Howard GARDNER, M.L. KORNHABER et W.K. WAKE, *Intelligence : Multiple Perspectives*, Harcourt Brace College Publishers, 1996.

The Rising Curve : Long-Term Gains in IQ and Related Measures, sous la direction d'Ulric Neisser, American Psychological Association, 1998.

Le facteur global d'intelligence

LINDA GOTTFREDSON

Les tenants d'une possible mesure de l'intelligence sont voués aux gémonies. Pourtant, un facteur d'intelligence, appelé g, peut être mesuré et correspond au succès professionnel dans les sociétés industrialisées.

Peu de sujets ont provoqué autant de débats que l'étude de l'intelligence humaine : le sujet est devenu tabou et il est politiquement correct de ne pas l'aborder, sinon pour affirmer que la mesure de l'intelligence est impossible. Dès leurs premiers balbutiements, les recherches sur le comment et le pourquoi des différences individuelles de capacité intellectuelle ont été interprété, par les politiques et les sociologues, à contre-courant des acquis scientifiques. Aussi le public, préoccupé de la question de l'intelligence, n'a-t-il pas connaissance des résultats des recherches et voit avec étonnement les experts de la mesure du QI se faire lapider.

Est-il possible et, si oui, utile, d'évaluer l'intelligence des individus? Existe-t-il une capacité intellectuelle globale, que nous appelons communément « intelligence », et joue-t-elle un rôle dans la conduite de notre vie? Nous affirmons sans ambages, après des dizaines d'années de recherches sur l'intelligence que la réponse est oui. Les tests d'aptitude intellectuelle montrent l'existence d'un facteur global qui infiltre tous les domaines de la connaissance et semble avoir un grand effet sur la destinée d'une personne. L'intelligence, telle que la déterminent les tests de QI, est un élément prédictif fiable des performances individuelles scolaires ou professionnelles dans la société actuelle.

Si, pour la grande majorité des chercheurs, ces résultats sont acquis, ils sont dépréciés ou ignorés par l'intelligentsia. Ce rejet reflète une incompatibilité entre un idéal d'équité et une réalité injuste. L'idéalisme sous-tend la plupart des critiques des recherches sur l'intelligence : à leur point de vue, tous les individus naissent égaux, l'inégalité sociale n'étant que la conséquence de privilèges indus. La réalité, c'est que Dame nature n'est pas équitable. Les individus ne sont pas égaux quant à leur potentiel intellectuel ; ils sont nés ainsi, avec d'inégales qualités quant à la beauté physique, la sensibilité artistique, les possibilités sportives, et bien d'autres caractéristiques. L'expérience et l'éducation peuvent moduler ces potentialités, mais il n'existe aucune ingénierie sociale qui puisse niveler les différences de capacités intellectuelles entre individus.

Toutes sortes de talents et d'aptitudes intellectuelles, nombre d'aspects de la personnalité et du caractère modifient les chances de bonheur et de succès de l'individu dans la société telle qu'elle est. Sauf si l'on diminuait de façon autoritaire la liberté individuelle, il est avéré que des différences d'aptitude intellectuelle amènent des inégalités sociales. Dans les listes de préférences, les gens mettent l'intelligence en seconde position, juste derrière la santé. Aussi pensons-nous qu'il ne faut pas se cacher derrière son petit doigt et que seule une approche plus réaliste des différences intellectuelles entre individus permettrait à la société de mieux tenir compte de ces différences et de réduire, si cela est possible, les inégalités qu'elles engendrent.

La détermination de *g*

Les études sur l'intelligence, qui datent d'un siècle, ont montré que tous les tests de capacité intellectuelle classaient les individus de la même manière. Bien que ces tests intellectuels soient souvent spécifiques et visent à mesurer, par exemple, l'aisance oratoire, l'habileté mathématique, la visualisation spatiale, la mémoire, les personnes qui réussissent bien dans une catégorie de tests ont tendance à faire de même dans les autres, et celles qui réussissent mal échouent presque partout. Ce recouvrement, ou corrélation croisée, incite à penser que tous ces tests mesurent quelque élément global de capacité intellectuelle. Au cours des dernières décennies, les psychologues ont consacré beaucoup d'efforts à isoler ce facteur global, que nous désignons par la lettre *g*.

Ce facteur *g* est extrait à l'aide d'une technique d'analyse des données, dénommée analyse factorielle. Introduite à l'orée du siècle par le psychologue anglais Charles Spearman, l'analyse factorielle détermine le nombre minimal de paramètres nécessaires pour expliquer un ensemble de corrélations. Que ce paramètre, ou ce facteur, soit unique n'est pas, comme d'aucuns le prétendent, le résultat obligé de l'analyse factorielle. Ainsi aucun facteur global ne ressort des tests de personnalité : l'analyse détermine au moins cinq facteurs (névrose, extraversion, conscience, amabilité et ouverture d'esprit), chacun se rapportant à différentes sous-catégories de tests. En revanche, comme Spearman l'a noté, un facteur global se dégage de l'analyse des tests de capacité intellectuelle ; ce résultat a été confirmé depuis, et la plupart des spécialistes utilisent aujourd'hui le facteur *g* pour mesurer l'intelligence.

Ce facteur global explique la plupart des différences entre les performances des individus lors des divers tests intellectuels, et cela quelle que soit l'aptitude spécifique qu'un test est censé mesurer, quelque soit l'objet du test (mots, nombres ou dessins) et quelle que soit la manière dont le test est effectué (oralement ou par écrit, individuellement ou en groupe). Les tests de capacité intellectuelle spécifique

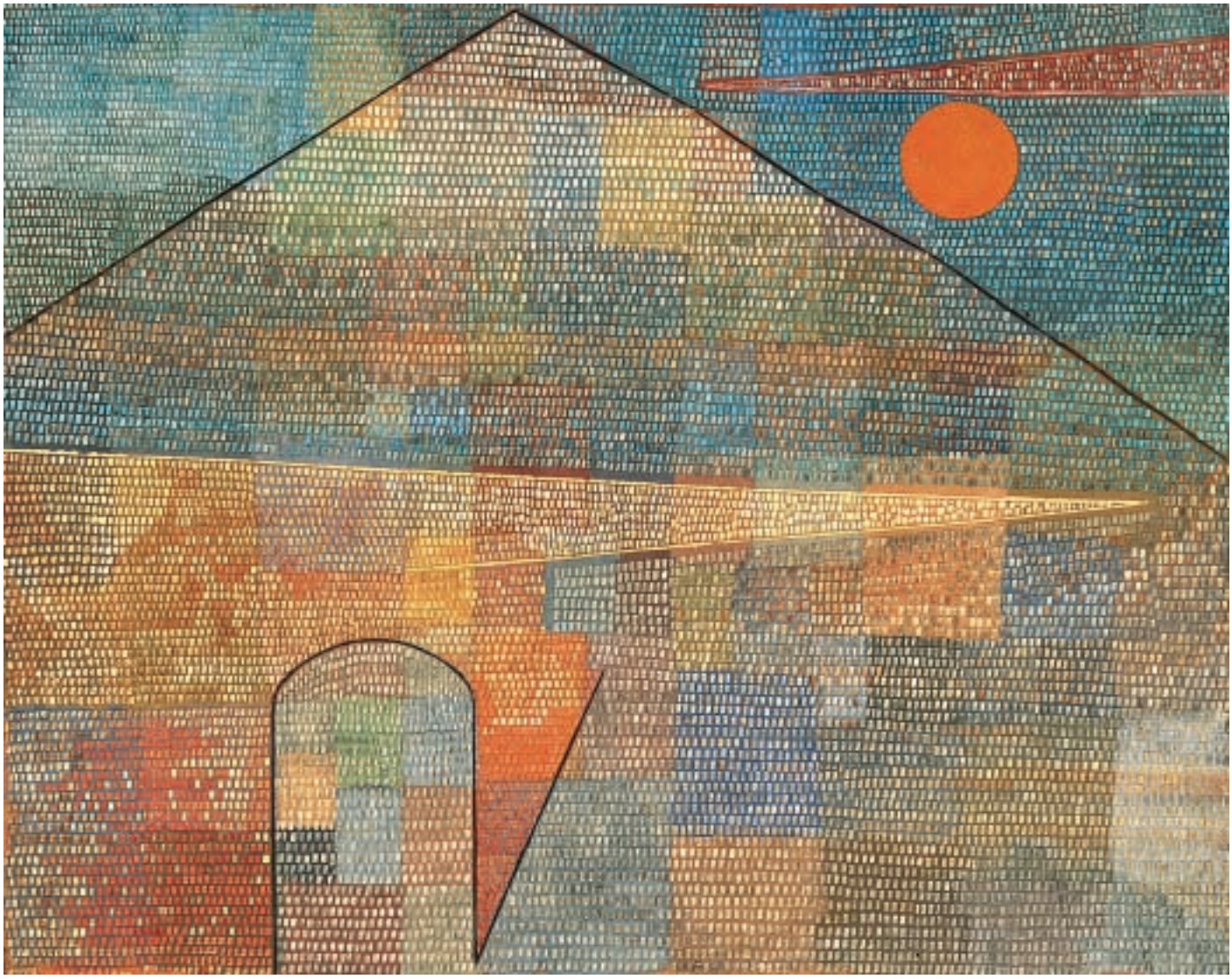
mesurent effectivement de telles aptitudes, mais tous, à des degrés variables, livrent une indication sur *g*. Aussi le facteur *g* peut-il être déterminé à partir d'un ensemble de tests.

Réciproquement, comme chaque test intellectuel est biaisé par des aptitudes intellectuelles spécifiques, aucun test ne permet à lui seul de mesurer *g*. Les résultats des mesures de QI – qui combinent en général une douzaine de séries de tests ayant trait à des compétences variées – sont entachés de biais qui reflètent le caractère limité des aptitudes testées. Toutefois, dans la plupart des cas, ces « impuretés » ne sont pas significatives : *g* et le QI peuvent être utilisés de façon interchangeable et les chercheurs peuvent, par des moyens statistiques, extraire *g* du QI.

Les tests d'aptitudes intellectuelles permettent non seulement de quantifier les différences entre individus, mais de mesurer les conséquences de l'intelligence dans la vie quotidienne. Certains tests mesurent *g* mieux que d'autres, car les résultats sont mieux corrélés avec les valeurs de *g* ; il semblerait que l'« ingrédient actif » de ces tests qui implique la mise en œuvre de *g* et donc qui en permet la mesure, soit la complexité de la tâche à accomplir. Des tâches complexes requièrent une gymnastique mentale poussée, et ce traitement des informations – où l'individu distingue des similitudes ou des contradictions, tire des conclusions, manie de nouveaux concepts, etc. – traduit l'action de l'intelligence. L'intelligence serait une aptitude à affronter la complexité.

Cette description coïncide avec les perceptions de l'intelligence. Le facteur *g* est particulièrement important dans les comportements que l'on associe aux possibilités intellectuelles telles que raisonner, résoudre un problème, manipuler des abstractions, apprendre rapidement ; *g* décrit une aptitude intellectuelle plutôt qu'un savoir accumulé. Toutefois l'assimilation d'informations nouvelles dépend de *g* : le facteur *g* est l'élément qui permet le mieux de distinguer les qualités intellectuelles.

Plusieurs décennies de recherche portant sur l'analyse factorielle des tests intellectuels ont montré l'existence d'une hiérarchie des capacités intellectuelles ; *g* serait au sommet de ce modèle, des aptitudes plus spécifiques occupant les niveaux inférieurs : la faci-



Bridgeman Art Library

1. LE MODÈLE HIÉRARCHIQUE DE L'INTELLIGENCE ressemble à une pyramide où *g* serait au sommet, les autres aptitudes étant disposées aux niveaux inférieurs successifs selon leur spécificité. Le tableau évoquant cette hiérarchie est *AD PARNASSUM* de Paul Klee.

lité d'expression orale, le raisonnement mathématique, la visualisation spatiale, la mémoire sont situés juste au-dessous de *g*, puis, sous eux, se situent des aptitudes qui dépendent davantage des connaissances ou de l'expérience, par exemple les principes et les pratiques liés à une fonction ou à une profession particulières.

Quelques chercheurs utilisent le terme d'«intelligences multiples» pour désigner ces ensembles d'aptitudes plus spécialisées. Le psychologue Howard Gardner pense que huit formes d'intelligence relativement autonomes se manifestent dans différents domaines d'expertise. Il ne remet pas en cause l'existence de *g*, mais le considère comme un facteur spécifique de la réussite scolaire et académique. Paradoxalement, H. Gardner ne pense pas que des tests puissent mesurer les classes d'intelligence qu'il avance. Or, en l'absence de tests, personne ne peut savoir si ces intelligences sont vraiment indépendantes de *g* (ou les unes des autres). En outre, il se pourrait que les « intelligences » de Gardner évaluent les traits de la personnalité ou les aptitudes motrices plutôt que les capacités intellectuelles.

D'autres formes d'intelligence ont été proposées : parmi elles, la « sensibilité émotionnelle » et l'«intelligence pratique » sont peut-être les plus connues. Elles sont à notre avis, pour la première, un mélange d'intelligence et de personnalité et, pour la seconde, un mélange d'intelligence et d'expérience spécifique d'un métier ou d'un contexte social. L'intelligence pratique, par exemple l'«intelligence de la rue», semble être une connaissance bien délimitée et un savoir-faire développé lors de dures expériences personnelles et quotidiennes, l'école des coups durs, pourrait-on dire. Au contraire, l'intelligence globale n'est pas une forme de réussite, spécifique et rebaptisée ; le facteur *g* régule la vitesse d'assimilation des expériences et des connaissances sans s'identifier ni à l'une ni à l'autre.

Les détracteurs de la recherche sur l'intelligence soutiennent qu'on ne peut définir une « intelligence globale », qu'une telle capacité intellectuelle globale est une illusion et que cette intelligence apparente n'est qu'une conséquence des possibilités, plus ou moins grandes, qu'a pour un individu d'acquérir des compétences et des informations. Il est vrai que le concept d'intelligence et la manière dont les individus sont classés sur la base de ce critère pourraient être des artefacts sociaux ; toutefois, le fait que *g* ne soit pas spécifique d'un domaine de connaissances ou d'aptitude intellectuelle laisse entendre que *g* est indépendant du contexte culturel, y compris des opinions que l'on a sur la nature de l'intelligence. D'autre part, des tests effectués dans différents groupes sociaux mettent en évidence le même continuum d'intelligence globale. Cette observation conduit à affirmer, soit que les cultures ne construisent pas *g*, soit qu'elles construisent le même *g*. Ces deux conclusions annihilent l'une comme l'autre la théorie qui ferait de l'intelligence un artefact social.

La biologie de *g*

Les recherches menées sur la physiologie et la génétique de *g* ont montré des correspondances biologiques du phénomène psychologique. Au cours des dix dernières années, des équipes de chercheurs ont établi une corrélation entre plusieurs caractéristiques du cerveau et l'intelligence globale. Le sexe et la taille de l'individu étant pris en compte, les dimensions du cerveau telles qu'elles sont déterminées par le procédé d'imagerie par résonance magnétique présentent une corrélation modérée avec le QI (d'environ 0,4 sur l'échelle allant de 0 à 1). La vitesse de propagation nerveuse présente la même corrélation. Le cerveau des personnes douées utilise également moins d'énergie lors de la résolution de problèmes que ne le fait celui de personnes moins brillantes. Et diverses qualités d'ondes cérébrales sont en corrélation forte (de 0,5 à 0,7 environ) avec le QI : les ondes cérébrales d'individus au QI élevé, par exemple, répondent plus rapidement et de façon plus pertinente à des stimulus sensoriels simples tels que des clics sonores. Ces observations ont conduit quelques chercheurs à postuler que les différences de *g* résulteraient de différences dans la vitesse et l'efficacité du traitement neuronal. Si cette hypothèse est exacte, les conditions de l'environnement pourraient alors avoir un effet sur *g* par l'intermédiaire d'une modification de la physiologie du cerveau.

Des études de tâches dites cognitives élémentaires, menées par Jensen et quelques autres, établissent le lien entre les aspects physiologiques et psychologiques de *g*. Ces opérations mentales n'ont pas de contenu intellectuel évident et sont tellement simples que les adultes et la plupart des enfants peuvent les exécuter correctement en moins d'une seconde. Par exemple, dans les tests de temps de réaction les plus élémentaires, le sujet doit réagir, lorsqu'une lumière s'allume, en soulevant son index d'un bouton d'« attente » et appuyer immédiatement sur un bouton « réponse ». Deux mesures sont effectuées : celle du nombre de millisecondes entre l'apparition de la lumière et le relâchement du bouton d'attente, qui est dénommé temps de décision, et celle du nombre de millisecondes entre le relâchement du bouton d'attente et l'enfoncement du bouton réponse, qui est appelé temps de réaction.

Le temps de réaction semble être indépendant de l'intelligence ; en revanche, les temps de décision de sujets au QI élevé sont légèrement plus courts que ceux d'individus au QI plus faible. Lorsque les tâches deviennent de plus en plus complexes, la corrélation entre les temps de décision moyens et le QI augmente. Ces résultats renforcent la thèse selon laquelle les individus sont dotés d'une intelligence pour faire face à la complexité, l'effet de cette intelligence étant alors plus importante lorsque les tâches sont complexes que lorsqu'elles sont simples.

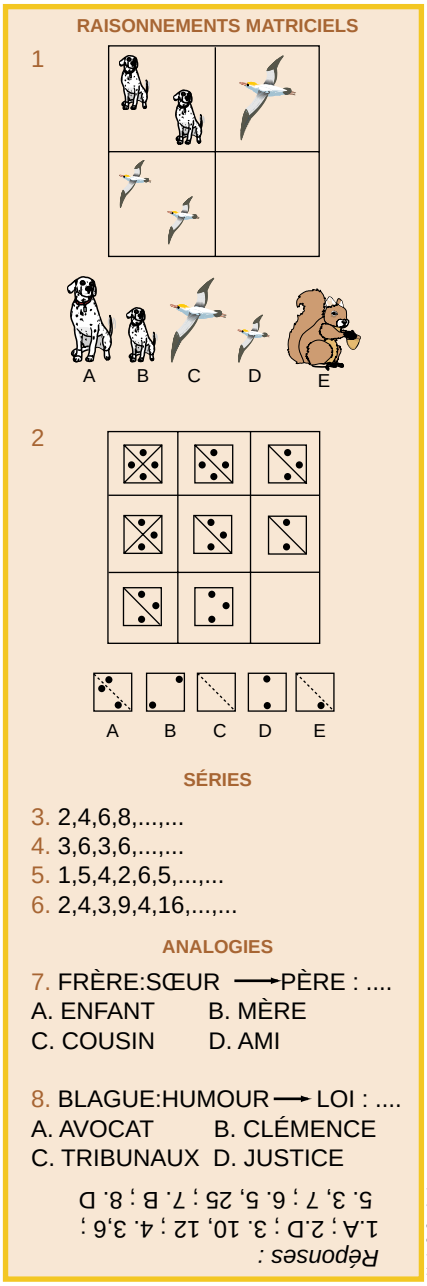
Les corrélations entre ces temps de décision et le QI sont comparables quels que soient les niveaux de QI, l'âge, le sexe ou le groupe ethnique. Des travaux dus à Philip Vernon, de l'Université de l'Ontario, et à d'autres chercheurs ont montré que ces corrélations sont, dans les deux mesures, presque entièrement dues au facteur *g* commun. Les temps de réaction ne reflètent pas des différences de motivation, de stratégie ou de tendance de certains individus à se précipiter sur des tests et des tâches journalières, ce penchant est un trait de la personnalité. Les temps de réaction semblent plutôt mesurer la rapidité avec laquelle le cerveau prélève une information, l'intègre et l'évalue. Ces travaux n'ont pas encore permis d'identifier les facteurs biolo-

giques déterminant cette vitesse de traitement, mais sous-entendent cependant que *g* serait, au niveau neuronal, un phénomène aussi sûr et aussi global qu'il l'est au niveau du traitement d'information complexe requis par les tests de QI et par la vie quotidienne.

L'existence d'éléments biologiques corrélés à l'intelligence ne signifie pas nécessairement que celle-ci est commandée par les gènes. Des décennies de recherche en génétique ont cependant montré que les individus naissent avec des patrimoines génétiques différents, ce qui explique la plupart des différences de capacité intellectuelle entre individus. Au printemps dernier, une équipe internationale de scientifiques dirigée par Robert Plomin, de l'Institut de psychiatrie de Londres, annonçait la découverte du premier gène lié à l'intelligence. Les effets liés à des gènes ne se produisent bien entendu qu'en combinaison avec des facteurs liés à l'environnement, notamment en renforçant la réceptivité d'une personne à des expériences formatrices. Qu'elles soient mesurées par le QI ou plus précisément par *g*, les différences d'intelligence globale ont une origine à la fois génétique et environnementale, comme tous les caractères et les comportements psychologiques, notamment la personnalité, les goûts professionnels et les attitudes sociales. Pour les spécialistes, il ne s'agit pas là de données nouvelles, mais ils ont été étonnés par des découvertes plus récentes.

L'une d'elles est l'accroissement de l'origine génétique du QI avec l'âge : les différences de QI entre individus sont plus marqués par l'hérédité quand les tests sont appliqués plus tard. Au cours des dix dernières années, des études comparatives entre vrais jumeaux, effectuées par une équipe dirigée par Thomas Bouchard, de l'Université du Minnesota, montrent qu'environ 40 pour cent des différences de QI entre jeunes écoliers proviennent de différences génétiques, mais que cette corrélation est de 60 pour cent pour des adolescents, et de 80 pour cent pour des adultes. Paradoxalement, l'âge venant, les différences du développement de l'intelligence entre individus expriment de plus en plus leurs différences génétiques. Ce fait reste étonnant : les effets de l'environnement sur l'intelligence, au lieu d'augmenter avec le temps, s'atténuent.

Avec le recul de l'analyse, ce résultat ne constitue peut-être pas une surprise. Les circonstances de la vie des jeunes enfants leur sont imposées par leurs parents, leurs écoles et d'autres facteurs liés à la société, mais, en prenant de l'âge, les individus deviennent plus indépendants et ont tendance à rechercher les activités qui sont mieux accordées à leurs penchants génétiques.



Linda S. Gottfredson

2. CES ÉCHANTILLONS DE TESTS DE QI, ressemblant à ceux des tests habituels, impliquent que le candidat remplisse les espaces libres en se fondant sur le modèle fourni par les images, les nombres ou les mots. Comme ces tests peuvent être de complexité variable, des tâches de ce type sont utiles pour évaluer le niveau de g.

Une autre surprise de taille est le constat selon lequel l'environnement, partagé par les enfants de mêmes parents, a peu de rapport avec leur QI. Beaucoup de gens croient encore que des différences sociales, psychologiques et économiques entre familles entraînent des différences de QI marquées et durables. Les généticiens du comportement qualifient de « partagés » de tels effets de l'environnement, parce qu'ils sont communs à des fratries où les enfants sont élevés ensemble. Les recherches ont montré qu'un environnement commun avait un effet modéré sur le QI pendant l'enfance, et que l'effet de cet environnement se dissipait lors de l'adolescence. Le QI d'enfants adoptés, par exemple, perd toute ressemblance avec celui des membres de leur famille adoptive et devient proche de celui de leurs parents biologiques, qu'ils n'ont jamais connus. Ces résultats suggèrent que des frères et sœurs, soit ne partagent pas les effets de leur environnement, soit ne le ressentent pas de la même manière, soit qu'ils s'opposent pour se différencier.

Le facteur *g* au travail

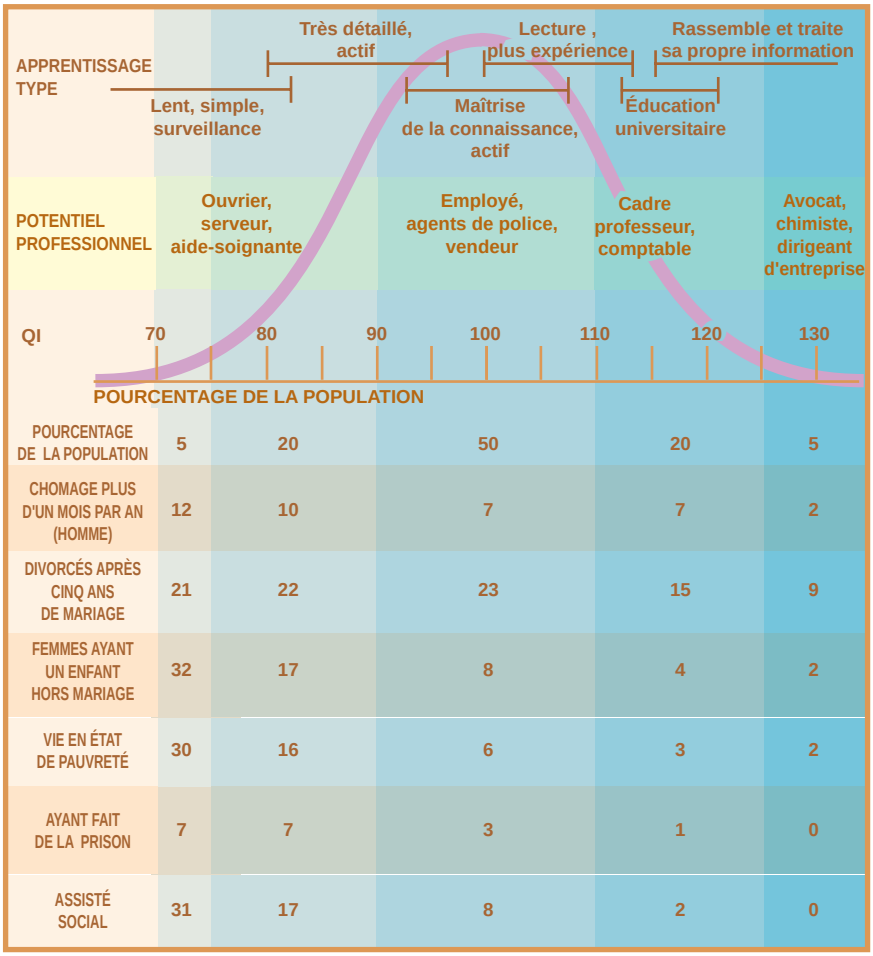
Bien que la preuve de corrélations génétiques et psychologiques plaide en faveur de l'existence d'une intelligence globale, elle n'a pas apaisé les critiques formulées à l'encontre des tests d'intelligence. Les sceptiques prétendent que, même si une telle entité globale existe, elle n'a pas de valeur fonctionnelle intrinsèque et ne devient importante que dans la mesure où les gens la considèrent comme telle, par exemple lorsque l'on tient compte du QI pour distinguer, étiqueter et affecter des étudiants ou des employés.

Ces inquiétudes sur l'usage adéquat des tests d'intelligence ont inspiré nombre de controverses au cours des dernières décennies. Elles ont montré que, si les tests de QI peuvent être utilisés à mauvais escient pour affecter la fonction sociale, ils n'en mesurent pas moins une aptitude qui détermine la réussite sociale et professionnelle.

L'intelligence permettant de mieux affronter des situations complexes, elle a une grande importance fonctionnelle ou pratique. Par exemple, les enfants sont confrontés à des tâches complexes dès qu'ils vont à l'école. La scolarisation impose à tous les étu-

diants d'apprendre, de résoudre des problèmes et de manipuler des concepts abstraits. Ce n'est donc pas une surprise que le QI soit un bon élément prédictif de la réussite scolaire. Lorsqu'on mesure, sur des sujets différents et sur plusieurs années, la moyenne des tests de QI et qu'on les compare à des critères de réussite, les deux moyennes sont aussi fortement corrélées que différents tests de QI effectués par le même individu. Des étudiants à fort QI maîtrisent plus vite les concepts que leurs congénères moins doués. Ainsi une étude menée en 1969 par l'armée américaine a montré que les recrues qui, dans le classement par ordre de capacité intellectuelle, sont dans le dernier cinquième ont besoin de deux à six fois plus d'essais et de conseils que leurs camarades de capacité intellectuelle plus élevée, pour atteindre une compétence minimale dans les tâches militaires courantes. Dans les tâches scolaires, les lycéens « rapides » apprennent cinq fois plus vite que les « lents ».

La très forte corrélation du QI avec le succès scolaire peut donner l'impression que *g* n'exprime qu'une capacité de type scolaire. Toutefois, cette capacité intellectuelle globale permet de prédire la performance professionnelle, et, lorsqu'il s'agit de fonctions professionnelles complexes, elle le fait mieux que n'importe quel autre trait de personnalité isolé, tel que l'éducation et l'expérience. Une étude a été menée par l'armée américaine pendant sept ans, vers les années 1980, dans le but d'améliorer le recrutement et les méthodes d'apprentissage : elle a permis de constater que la capacité intellectuelle globale était fortement corrélée à la fois avec l'efficacité technique et avec la compétence militaire. Les études civiles concluent identiquement.



POURCENTAGE DE LA POPULATION	5	20	50	20	5
CHOMAGE PLUS D'UN MOIS PAR AN (HOMME)	12	10	7	7	2
DIVORCÉS APRÈS CINQ ANS DE MARIAGE	21	22	23	15	9
FEMMES AYANT UN ENFANT HORS MARIAGE	32	17	8	4	2
VIE EN ÉTAT DE PAUVRETÉ	30	16	6	3	2
AYANT FAIT DE LA PRISON	7	7	3	1	0
ASSISTÉ SOCIAL	31	17	8	2	0

John Mengel Ponzi & Weill

3. LA CORRÉLATION entre les résultats en matière de QI et la réussite dans les activités conduit à penser que g reflète une aptitude à affronter la complexité cognitive. Ces résultats sont aussi corrélés avec certaines réussites sociales (les pourcentages concernent la population des jeunes adultes blancs aux États-Unis).

La corrélation entre tests intellectuels et réussite professionnelle est remarquable. Un demi-siècle de recherches ont donné un tableau des potentialités individuelles en fonction du QI *(voir la figure 3)*. Les cinq pour cent d'individus adultes qui occupent la frange supérieure (ceux qui ont un QI supérieur à 125) sont capables d'apprendre par eux-mêmes, et peu d'activités sont intellectuellement hors de leur portée. Les individus de QI moyen (entre 90 et 110) sont inaptes à un grand nombre de travaux professionnels et administratifs, mais peuvent facilement être formés à la plupart des métiers. En revanche, les cinq pour cent d'adultes qui occupent la frange inférieure de la répartition des QI (au-dessous de 75) ne peuvent que très difficilement être formés et sont inaptes à des métiers nécessitant une certaine capacité intellectuelle. Les graves problèmes rencontrés durant la Seconde Guerre mondiale pour former les recrues militaires à faible QI ont conduit le Congrès américain à ne plus enrôler les dix pour cent de la population au QI le plus faible (au-dessous de 80).

L'importance de *g* dans les performances professionnelles ou scolaires dépend de la complexité des tâches à accomplir. De faibles différences de *g* auront un effet important, et même cumulatif, dans la vie sociale et économique. Comme l'a montré récemment Charles Murray, de l'*American Enterprise Institute* de Washington, D.C., les différences de QI sont presque aussi importantes pour des enfants d'une même famille (12) que pour des personnes sans lien de parenté (17).

Dans la vie moderne, le seuil de QI est de 75 : au-dessous, les chances d'une personne de maîtriser un cursus scolaire élémentaire ne sont que de 50 pour cent, et ce n'est qu'après une longue période qu'elle acquiert une indépendance d'action ne nécessitant plus d'assistance. Les individus à QI élevé peuvent manquer de détermination, de caractère ou de chance, mais leur succès socio-économique est entre leurs mains.

Les découvertes précédentes sur les effets de *g* sont la conclusion d'études qui ont été menées dans un cadre restreint de circonstances, à savoir dans le contexte social, économique et politique

CAPACITÉS COGNITIVES DES JUMEAUX

Depuis Galton, fondateur de la génétique du comportement, de nombreux chercheurs ont tenté, sur des jumeaux vrais (homozygotes) et faux (hétérozygotes) de démêler les incidences de l'hérédité et du milieu sur l'intelligence. Deux études récentes ont été menées par Thomas Bouchard (L'étude de l'université du Minnesota sur des jumeaux élevés séparément, Bouchard et al, *Science,* vol. 250 12 oct. 1990) et Gerald McClearn (Sur les jumeaux suédois de plus de 80 ans, McClearn et al, *Science*, vol. 276 6 june 1997).

À l'étonnement des scientifiques, les ressemblances des capacités cognitives étaient fortes pour les vrais jumeaux éduqués séparément, bien supérieures à celles d'individus élevés dans la même famille, mais sans relation de parenté.

Les variations d'un paramètre comme le QI sont mesurés par la variance (la largeur à mi-hauteur) de la courbe en cloche de répartition des valeurs du paramètre. D'après l'étude sur les jumeaux suédois, 62 pour cent de la variance de la capacité cognitive est d'origine génétique, 32 pour cent de la capacité de verbalisation, 62 pour cent de la vitesse de traitement des données, et 52 pour cent de la faculté de mémorisation. L'effet du milieu dans les capacités cognitives est limité à 40 pour cent.

L'observation d'autres coïncidences, traits de caractère, similitudes de noms ou de situations sociales est plus illusoire car parmi un grand ensemble de caractéristiques possibles l'observation de similitudes est immanquable. Il reste curieux mais non significatif de remarquer que deux jumeaux qui avaient été adoptés par des familles différentes s'étaient tous deux mariés deux fois, la première fois avec une femme nommée Linda, la seconde fois à un femme prénommée Betty....

qui prévaut maintenant et depuis quelques dizaines d'années dans les pays développés. Il n'est pas vraiment certain que ces résultats puissent s'appliquer aux populations du monde entier, aux personnes très privilégiées et très défavorisées des pays en voie de développement, aux peuples vivant sous la férule de régimes politiques très contraignants ou à des populations où les techniques de survie sont très différentes.

Nous concluons que, dans les civilisations où règnent la liberté et où les techniques sont en perpétuel développement, la vie est un rude combat pour les individus qui, pour apprendre, résoudre des problèmes et maîtriser la complexité, sont d'une compétence au-dessous de la moyenne. Nous savons aussi qu'il n'est pas facile de modifier l'évolution du développement intellectuel. Les niveaux de QI individuels ont tendance à rester immuables après l'adolescence, et, malgré les efforts acharnés déployés au cours des 50 dernières années, les tentatives éducatives pour augmenter *g* de façon durable et substantielle ont échoué.

Quelques chercheurs ont pensé que des régimes renforcés en vitamines pourraient être plus efficaces que les moyens éducatifs pour augmenter les niveaux de *g*. Cette approche repose sur l'hypothèse qu'une nutrition améliorée est à l'origine de l'étonnant accroissement des niveaux moyens de QI et de taille dans le monde développé tout au long de ce siècle. Les scientifiques s'interrogent pour savoir si les progrès des QI reflètent réellement une augmentation de *g* ou s'ils sont dus à des changements de compétences intellectuelles spécifiques moins critiques. Où que soit la vérité, les différences de capacité intellectuelle entre individus n'en demeurent pas moins, et le conflit entre l'égalité souhaitable des chances et l'inégalité réelle des réussites subsiste. Ce n'est qu'en se résignant à ces rudes vérités que la société saura trouver des solutions humaines aux problèmes soulevés par les différences de capacité intellectuelle globale.

Linda GOTTFREDSON est professeur en sciences de l'éducation à l'Université du Delaware.

Intelligence and Social Policy, numéro spécial d'*Intelligence*, sous la direction de Linda S. Gottfredson, vol. 24, n° 1, janvier-février 1997.

Charles MURRAY, *IQ and Economie Success*, in *Public Interest*, n° 28, pp. 21-35, été 1997.

Arthur R. JENSEN, *The g Factor : The Science of Mental Ability*, Praeger, 1998.

Christopher F. CHABRIS, *IQ Since «The Bell Curve»*, in *Commentary*, vol. 106, n° 2, pp. 33-40, août 1998.

L'UNIVERS DES SCIENCES

LES ÉTOILES

Ce livre expose l'origine et la nature de nos connaissances sur les étoiles, avant de les décrire dans leur dynamique et leur devenir. Les objets célestes les plus insolites, géantes rouges, supernovae, pulsars et trous noirs, s'insèrent alors naturellement dans le récit de l'évolution stellaire.

272 pages - 220 F
code 1892

POUR LA SCIENCE
DIFFUSION BELIN

Bon de commande en p.194

Les tests d'intelligence sont-ils intelligents?

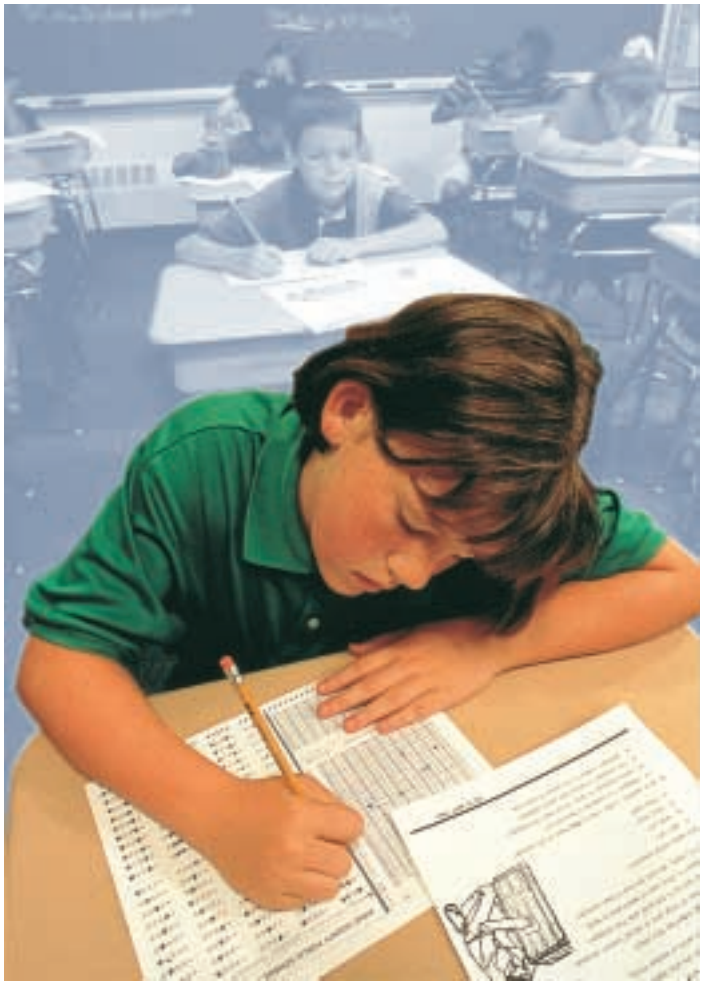
ROBERT STERNBERG

Les tests d'intelligence classiques ne mesurent pas les aptitudes essentielles au succès universitaire et professionnel.

Les adolescents américains travaillent plus de 5 000 heures au lycée, et plusieurs milliers d'autres à la bibliothèque ou à la maison. Cependant, leur destin universitaire dépend essentiellement des trois heures qu'ils consacrent au test d'aptitudes scolaire (SAT) ou au test universitaire américain (ACT). Quatre années plus tard, les candidats à un troisième cycle passeront de nouveaux tests. Pourquoi la sélection par ces tests est-elle si prépondérante aux États-Unis?

En 1994, dans leur ouvrage *The Bell Curve*, Richard Hernstein et Charles Murray évoquaient la corrélation qui lie les scores à ce type de tests et toute une série de mesures du succès. Selon eux, la population des États-Unis est naturellement divisée en deux : une «élite cognitive», composée de personnes à fortes capacités, destinées aux emplois prestigieux et lucratifs, et une population plus grande occupant des emplois sans évolution et mal rémunérés.

Cette dichotomie est peut-être plus culturelle que naturelle : les sociétés utilisent des critères variés, tels que l'origine sociale, la tendance politique, les convictions religieuses – et même la stature –, pour décider de l'accès à la réussite. Pourquoi certains pays utilisent-ils les résultats aux tests d'aptitude? Ces mesures méritent-elles d'être utilisées? L'histoire des tests d'intelligence éclaire cet épineux débat.



Charles Gupton, The Stock Market

L'histoire des tests

Francis Galton, un cousin de Charles Darwin, est un des premiers qui voulurent mesurer l'intelligence de manière scientifique. Entre 1884 et 1890, au Musée de South Kensington, à Londres *(voir les figures 1 et 3)*, Galton proposait une évaluation de l'intelligence contre une somme modique, mais les tests choisis étaient inappropriés. Par exemple, il utilisait un sifflet de son invention pour déterminer le son le plus aigu qu'une personne pouvait percevoir. Dans un autre test, il demandait de soupeser des cartouches emplies de plomb, de laine ou de bourre et d'indiquer lesquelles étaient les plus lourdes. Un autre test mesurait la sensibilité à l'odeur des roses.

En 1890, impressionné par les travaux de Galton, le psychologue James McKeen Cattell, de l'Université Columbia, conçut et utilisa des tests similaires, que l'un de ses étudiants, Clark Wissler, décida d'éprouver : les scores n'étaient corrélés ni entre eux ni avec les notes obtenues à l'Université. Ainsi déclarés sans utilité, les tests de Galton furent abandonnés.

Puis, en 1905, les Français Alfred Binet et Théodore Simon conçurent un test d'intelligence qui évaluait des capacités telles que le vocabulaire, la compréhension et les relations verbales. Les tests de jugement de Binet ont si efficacement prédit les per-

formances scolaires que l'une de leurs variantes, l'échelle d'intelligence de Stanford-Binet, reste utilisée aujourd'hui. Un test concurrent, celui de Wechsler, mesure les mêmes aptitudes.

Mandaté par le ministère de l'Instruction publique, Binet s'intéressait à la performance scolaire et cherchait à différencier les enfants réellement arriérés mentaux de ceux qui pensaient correctement, mais qui présentaient des troubles du comportement. Aujourd'hui, ses tests servent encore à prédire les performances scolaires.

Les tests d'intelligence ont pris de l'importance au cours de la Première Guerre mondiale : les psychologues militaires ont créé une méthode de différenciation des soldats fondée sur les tests Alpha (par exemple, quand deux mots sont présentés, dire s'ils sont synonymes ou contraires) et les tests Bêta (par exemple, compléter le dessin d'une main à quatre doigts).

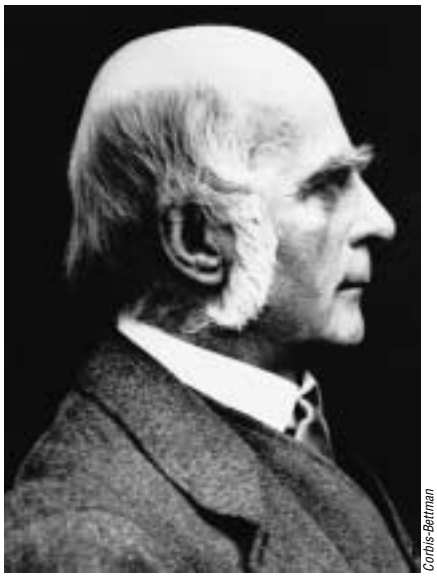
En 1926, Carl Brigham, de l'Université de Princeton, a conçu un test verbal et mathématique, précurseur du test d'aptitudes scolaires actuel.

D'autres tests, dont le QI (quotient intellectuel), l'«aptitude scolastique», l'«aptitude académique», etc., ont été créés peu après. Malgré leurs différences, ces tests sont fortement corrélés. Dans cet article, nous les désignerons globalement sous le terme de tests d'intelligence classiques.

Ce que prédisent les tests

Les corrélations entre les tests d'intelligence classiques et les notes scolaires sont généralement comprises entre 0,4 à 0,6. Ces valeurs indiquent une bonne correspondance entre les résultats aux tests et les résultats scolaires. Elle est comprise entre 0 (pas de correspondance du tout) et 1 (correspondance parfaite). Ainsi, une corrélation égale à 0,5, en moyenne, est statistiquement significative, mais ces tests ne rendent compte que de 25 pour cent de la variabilité des notes scolaires. La variabilité, ou variance, est égale au carré de la corrélation exprimée en pour cent ($0,5^2 = 0,25$, soit 25 pour cent). Un test d'intelligence qui prédit les performances avec une corrélation de 0,5 laisse inexpliqués 75 pour cent de la variation des notes scolaires. Selon de nombreux psychologues, la faible corrélation entre les tests et les résultats scolaires est la preuve que les performances scolaires dépendent aussi, et pour une grande part, d'autre chose que de la capacité à passer les tests de QI.

La validité des prédictions des tests diminue chez les sujets plus âgés. Les corrélations des résultats de tests avec les performances professionnelles ou avec le salaire sont inférieures à 0,3 : les tests n'expliquent que dix pour cent environ ($0,3^2 = 0,09$) de la variation entre les individus ; 90 pour cent restent inexpliqués. La fiabilité des tests de QI s'amenuise encore lorsque les populations, les situations ou les tâches



Corbis-Bettman

1. FRANCIS GALTON fut un des premiers à vouloir mesurer scientifiquement l'intelligence. Ses tests, tels que l'identification du son d'un sifflet ou le soupèsement de cartouches de fusil emplies de divers matériaux apparaissent aujourd'hui insolites.

Corbis-Bettman

2. ALFRED BINET a élaboré les tests d'évaluation qui sont les ancêtres des tests modernes de QI. Par ses questions qui sondaient le vocabulaire, la compréhension et les aptitudes verbales, il voulait prédire les performances scolaires.

Archives of the History of American Psychology, University of Akron

3. LE MUSÉE de South Kensington, à Londres, où Galton a effectué ses tests d'intelligence entre 1884 et 1890.

changent. Par exemple, à l'Université de Washington, Fred Fiedler a montré que les résultats aux tests de QI sont corrélés aux capacités à diriger, mais seulement dans des conditions de stress faible. La prédiction peut-elle être améliorée?

Améliorer la prédiction

Alors que nombre de techniques ont considérablement progressé – pensons à l'informatique –, les tests d'intelligence diffèrent peu de ceux qui étaient utilisés au début du siècle. Dès 1966, le psychologue Edwin Ghiselli déplorait que la prédictivité des tests d'intelligence ait été si peu améliorée. Plus de 30 ans plus tard, la situation est inchangée.

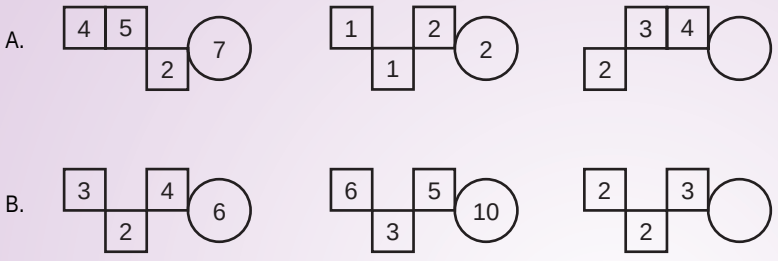
Avec Michael Ferrari, Pamela Clinkenbeard et Elena Grigorenko, j'ai tenté d'améliorer les prévisions. Nous avons montré qu'un test qui, en plus des critères classiques de mémoire et d'aptitudes analytiques, évaluait la créativité et le sens pratique, prédisait mieux les résultats scolaires des étudiants.

Dans ces tests, les sujets devaient résoudre des problèmes mathématiques à l'aide d'opérateurs originaux (par exemple, X glick Y = X + Y si X < Y, et X – Y si X ≥ Y) qui nécessitent de la souplesse intellectuelle. Ils devaient également planifier des itinéraires à l'aide de cartes et résoudre des problèmes relatifs à des situations personnelles difficiles.

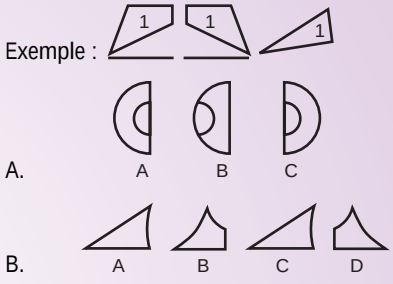
Avec Todd Lubart, de l'Université René Descartes, nous avons notamment demandé à des sujets d'effectuer plusieurs tâches créatives. Ils devaient écrire des histoires courtes à partir de titres étranges *(Les tennis de la pieuvre* ou *3853...)*, réaliser des dessins (la Terre vue par les yeux d'un insecte, la fin du temps...), proposer des publicités passionnantes pour des produits variés (des nœuds papillons, des poignées de porte...) et résoudre des problèmes pseudo-scientifiques (comment identifier un extraterrestre qui se cacherait parmi nous?). Les résultats ont montré que les personnes qui sont créatives dans un secteur ne le sont pas nécessairement dans un autre et que leurs performances ne sont que faiblement corrélées aux mesures classiques de QI.

Ces tests ont été utilisés en milieu scolaire. Les étudiants à qui l'on a enseigné à bien utiliser leurs aptitudes ont, à ces tests, des résultats supérieurs à ceux d'étudiants éduqués de manière classique, avec l'accent mis sur la mémorisation. Bruce Torff, E. Grigorenko et moi avons montré qu'en moyenne la performance des étudiants s'améliore lorsqu'ils apprennent à penser de manière analytique, créative et pratique, même

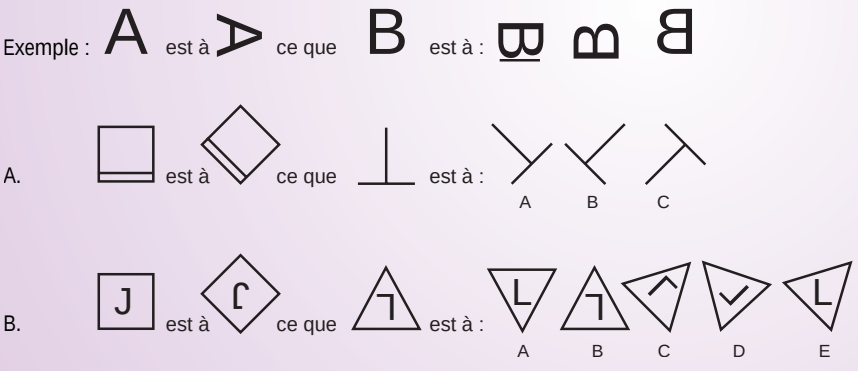
1. Le chiffre de chaque cercle est obtenu à partir des chiffres des cases précédentes. Pour chaque série, déterminez, à partir des deux exemples, les opérations mathématiques utilisées (une seule par ligne) et calculez le chiffre du dernier cercle.



2. Soulignez la paire de figures qui représente les images de la même forme dans un miroir.



3. Soulignez les formes analogues



4. Terminez chaque phrase par une comparaison similaire en utilisant deux des mots entre parenthèses.

A. Un chien est à un chiot ce que... (cochon, chat, chaton)

B. Un cercle est à une sphère ce que... (triangle, carré, solide, cube).

5. Trouvez les deux intrus de chaque série.

A. Requin, phoque, morue, baleine, flétan.

B. Serge, papier, feutre, tissu, papier d'aluminium.

C. Épée, flèche, poignard, balle, club de golf.

Réponses : 1A : 5 ; 1B : 3 ; 2A : A et C ; 2B : B et D ; 3A : B ; 3B : E ; 4A : chat et chaton ; 4B : carré et cube ; 5A : phoque, baleine (ce ne sont pas des poissons) ; 5B : papier, papier d'aluminium (ils ne sont pas faits de fibres compressées) ; 5C : flèche, balle (ils ne sont pas utilisés à la main).

LES TESTS DE QI et d'autres tests standardisés prétendent analyser les capacités de calcul, de raisonnement mathématique, de visualisation spatiale et d'association verbale.

quand les tests ne portent que sur des performances de mémoire.

On peut perfectionner les tests pour mieux prévoir les aptitudes professionnelles. Richard Wagner et moi avons montré que les tests d'intelligence pratique au travail prédisent aussi bien, voire mieux, les performances professionnelles que les tests de QI. Nous avons conçu des tests de ce type pour des agents commerciaux, des étudiants et, plus récemment, des officiers (en collaboration avec les psychologues de l'Académie militaire américaine de West Point). Ces tests ne remplacent pas les tests d'intelligence classiques, qui prédisent également la performance professionnelle ; ils les complètent.

Les individus qui obtiennent les meilleures performances aux tests d'aptitude classiques (mnésiques et analytiques) sont essentiellement blancs, issus des classes sociales favorisées et scolarisés dans de «bonnes» écoles. Cependant, les étudiants qui obtiennent les meilleurs scores pour les aptitudes créatives et pratiques ont des profils plus variés. Ainsi les différences d'«intelligence» selon les groupes résulteraient du trop petit nombre d'aptitudes évaluées par ces tests et aussi de l'inadéquation de ces tests à certains environnements culturels.

Une question de culture

E. Grigorenko et moi, avec Kate Nokes, Ruth Prince, Wenzel Geissler, Frederick Okatcha et Don Bundy, avons construit un test spécialement adapté aux enfants kenyans des zones rurales.

Tests d'intelligence pratique

Des tests d'intelligence pratique fondés sur la résolution de problèmes de la vie quotidienne prétendent prévoir la performance professionnelle. Cependant, les résultats à ces tests ne sont pas corrélés aux tests de QI, qui prétendent également prévoir la réussite des individus.

L'énoncé suivant, extrait d'un test d'intelligence pratique, expose un problème professionnel et propose plusieurs solutions. Évaluez la pertinence de chacune sur l'échelle de 1 à 7.

«Un employé dépendant de l'un de vos quatre subordonnés directs a demandé à vous parler du gaspillage, de la médiocrité de l'organisation, et des violations des règles de la compagnie et de la loi dont ce subordonné serait l'auteur. Vous n'occupez votre poste que depuis un an, mais vous n'avez jamais eu à vous plaindre du subordonné accusé. Votre organisation, comme celle de votre entreprise, est très hiérarchisée, si bien que les employés doivent se référer à leur supérieur immédiat avant de s'en remettre à quelqu'un d'autre. Étant donné la nature délicate de sa démarche, l'employé qui souhaite vous rencontrer n'a pas discuté du sujet avec son supérieur direct.»

1	2	3	4	5	6	7
très mauvais			ni bon ni mauvais			extrêmement bon

1. Refuser de rencontrer l'employé, sauf s'il commence par discuter du problème avec votre subordonné.
2. Rencontrer l'employé, mais seulement en présence de votre subordonné.
3. Prévoir une réunion avec l'employé, puis une autre avec le subordonné pour connaître les deux versions de l'histoire.
4. Rencontrer l'employé, puis enquêter sur les accusations, avant de parler à votre subordonné.
5. Faire une enquête sur l'employé, si possible, avant de prendre une décision.
6. Refuser de rencontrer l'employé et informer votre subordonné que l'employé a essayé de contourner la hiérarchie.
7. Rencontrer votre subordonné d'abord, avant de décider si vous allez recevoir l'employé.
8. Attribuer un blâme à l'employé pour avoir ignoré la hiérarchie.
9. Demander à un collègue plus ancien dont vous respectez le jugement ce qu'il ferait dans cette situation.
10. Transmettre le problème à un assistant.

Ils devaient exécuter une tâche adaptative jugée intelligente dans leur propre culture : décider à bon escient de l'usage des plantes médicinales (les enfants des villages connaissent un grand nombre de ces plantes et ils les utilisent en moyenne une fois par semaine). Ils ont aussi passé des tests d'intelligence classiques.

Les enfants qui obtenaient les meilleures performances aux tests adaptés avaient les pires résultats aux tests occidentaux, et inversement. Cet effet est-il dû à l'éducation, qui transmet soit une culture africaine, soit une culture occidentale, mais jamais une double culture?

Cette question est complexe, parce que l'on sait que des personnes de cultures différentes interprètent parfois différemment les questions des tests. En 1971, Michael Cole et ses collègues de l'Université de San Diego ont étudié les Kpellés, un peuple d'Afrique de l'Ouest (Liberia et Guinée) : les solutions jugées intelligentes par les Kpellés semblaient stupides à des Occidentaux, et inversement. Par exemple, les Kpellés regroupent des mots de manière fonctionnelle (par exemple, «pomme» avec «mange»), alors que les Occidentaux les trient par catégorie («pomme» avec «orange», le tout dans la catégorie des «fruits»).

Au sein de leurs familles ou à l'école, les Occidentaux apprennent à classer des objets par catégories, tandis que les Kpellés classent selon l'utilisation quotidienne : c'est sans doute un tour d'esprit plus «naturel». Les êtres humains à qui l'on présente une pomme la mangeront plus volontiers qu'ils ne la classeront de façon abstraite.

Aujourd'hui, les tests classiques de QI mis au point en Occident sont traduits dans toutes les langues et utilisés dans le monde entier, mais ils n'ont pas un sens dans toutes les cultures.

Jacques Jangoux, Tony Stone Images

4. L'INTELLIGENCE DES KPELLÉS d'Afrique de l'Ouest (Liberia et Guinée) est mal évaluée par des tests de QI occidentaux traduits dans la langue kpellée. Les Kpellés classent les objets selon leur fonction – «pomme» avec «manger» –, tandis que les tests occidentaux utilisent une classification par catégories – «pomme» avec «orange».

Vers un meilleur test

Pourquoi utilise-t-on encore les tests classiques? Pourquoi leur attribue-t-on encore une pertinence? Tout d'abord, la quantification précise que donnent ces tests semble leur conférer de la valeur. D'autre part, les personnes qui s'enorgueillissent d'une aptitude, par exemple celle d'avoir un QI élevé, déclarent intelligents les individus qui leur ressemblent. Aux États-Unis, ceux qui sont sélectionnés par des tests de QI ont du pouvoir et pérennisent un système auquel ils doivent leur réussite.

Enfin, les institutions sont responsables de l'utilisation de ces tests : quand il est inscrit dans un règlement qu'un jury d'admission ne dot accepter que les étudiants dont les résultats aux tests sont supérieurs à un certain niveau et refuser les autres parce qu'ils seraient promis à l'échec, l'institution ne peut plus vérifier si certains candidats ainsi recalés sont susceptibles de réussir.

Les défauts des tests classiques ont poussé certains éducateurs à réclamer leur suppression. Je pense que ce serait une erreur : sans ces tests, on risque de sélectionner sur des critères injustes tels que les idées politiques, le statut socio-économique ou la beauté. Les sociétés utilisent des tests pour augmenter, et non pour diminuer, l'équité des sélections.

D'autres pensent que seules les mesures fondées sur les performances effectuées sont pertinentes. Ces mesures, en dépit de leur attrait intuitif, ne sont pas moins culturellement inadaptées que les tests classiques et posent, par ailleurs, des problèmes de fiabilité et de validité statistiques encore irrésolus.

Ne vaudrait-il pas mieux compléter les tests classiques par d'autres tests qui pallieraient les défauts des premiers?

Aux États-Unis, la majorité des tests utilisés sont classiques, et ils sont élaborés par un petit nombre de sociétés en position de monopole. Les psychologues devraient s'unir pour obliger ces entreprises à modifier leur démarche. Les innovations devraient porter non seulement sur les supports des tests (comme les logiciels informatiques), mais surtout sur leur contenu. Si l'on ne peut pas éviter la sélection par les tests, autant utiliser des tests... intelligents.

Robert STERNBERG est professeur de psychologie et d'éducation à l'Université Yale.

Robert J. STERNBERG, *Beyond IQ : A Triarchic Theory of Human Intelligence*, Cambridge University Press, 1985.

R.J. STERNBERG, *Metaphors of Mind : Conceptions of the Nature of Intelligence*, Cambridge University Press, 1990.

Encyclopedia of Human Intelligence, sous la direction de R.J. Sternberg, Macmillan, 1994.

Stephen J. CECI, *On Intelligence : A Bioecological Treatise on Intellectual Development*, Harvard University Press, 1996.

Intelligence, Heredity and Environment, sous la direction de Robert J. Sternberg et Elena L. Grigorenko, Cambridge University Press, 1997.

Robert J. STERNBERG, *Successful Intelligence : How Practical and Creative Intelligence Determine Success in Life*, Plume, 1997.

L'INTELLIGENCE

L'intelligence artificielle