

L'intelligence humaine, dans tous ses états

Franck Ramus est directeur de recherches au CNRS à l'Institut d'étude de la cognition, à l'École normale supérieure de Paris.

Si l'on en juge par le nombre de sites Internet consacrés à l'intelligence et proposant des tests de QI (quotient intellectuel), on a l'impression que la notion d'intelligence générale fait l'objet d'une vénération (dans les sociétés occidentales), et que les scores de QI ont acquis un caractère quasi magique ou sacré. Il n'est donc pas inutile de rappeler d'où vient cette notion d'intelligence générale, ce que reflètent les scores de QI, et quelles sont les parts de « l'inné » (la contribution des gènes) et de « l'acquis » (l'influence de l'environnement).

La notion d'intelligence générale repose sur une intuition assez partagée, selon laquelle on distingue facilement les individus que tout le monde qualifie d'intelligents de ceux qui le sont beaucoup moins. Toutefois, à y regarder de plus près, on constate que les capacités et les talents peuvent être multiples ; celui qui excelle dans le maniement des subtilités du langage peut utiliser moins bien le raisonnement abstrait, alors que tel autre brillant en mathématiques est incapable de gérer sa vie au quotidien.

Néanmoins, l'observation de ces différences individuelles n'enlève rien à l'intuition d'une forme d'intelligence générale qui s'appliquerait à de nombreux domaines de la vie.

De fait, les données recueillies depuis un siècle sur les tests d'intelligence – un test complet comporte en général plusieurs « sous-tests » individuels – confortent cette intuition. En effet, quels que soient le nombre et la variété des sous-tests utilisés, les chercheurs en psychologie ont observé que les performances des individus à tous ces tests sont liées (on dit qu'elles sont corrélées) : en d'autres termes, les individus qui

ont de bons scores à quelques tests réussissent bien... à tous les autres, et inversement.

Des analyses statistiques plus poussées ont même montré qu'un facteur statistique unique pouvait expliquer la majeure partie des différences individuelles de performances. Cette constatation a renforcé l'hypothèse d'une intelligence générale, ainsi que l'usage de scores – le « facteur G » ou le QI – pour la représenter comme une entité unidimensionnelle.

Déconstruire l'intelligence générale

Mais cette notion d'intelligence générale a subi deux types de critiques : d'une part, les tests d'intelligence ne mesurent qu'une partie des capacités intellectuelles pertinentes et, d'autre part, le QI ou le facteur G ne seraient que des indices statistiques sans réalité biologique.

Abordons la première critique. Ainsi, les tests ignorent presque totalement les compétences sociales, les capacités de planification, d'adaptation ou encore d'inhibition (se retenir d'agir ou de parler par exemple), qui jouent pourtant un rôle important dans la vie quotidienne. C'est notamment Howard Gardner, à l'Université Harvard aux États-Unis, qui a porté cette critique et proposé la notion d'intelligences multiples. Elle a donné lieu à diverses tentatives de mesures des capacités intellectuelles délaissées par les tests de QI : par exemple, le quotient émotionnel, QE, qui complète le QI.

Bien que cette critique soit fondée, elle ne devrait toutefois pas conduire à conclure que le QI est un instrument archaïque sans validité ni utilité. Le QI a ses limites et ses défauts,

mais ce qu'il mesure est fiable, reproductible et pertinent, puisqu'il prédit bien la réussite scolaire, les revenus professionnels, ainsi que la santé et la longévité. Les scores d'intelligence restent par ailleurs indispensables pour diagnostiquer correctement la plupart des troubles cognitifs et mentaux.

Un indice statistique ?

La seconde critique portée à la notion d'intelligence générale est plus complexe : elle avance que le QI ou le facteur G sont essentiellement des entités statistiques, sans réalité psychologique ou biologique. Pour les partisans de l'intelligence générale, cette dernière devrait correspondre à une entité identifiable, soit au plan cognitif, soit au plan cérébral.

Par exemple, on a proposé que l'intelligence générale soit sous-tendue par la vitesse de traitement de l'information, la mémoire de travail ou la capacité à focaliser son attention, pour l'aspect cognitif, et la taille du cerveau, celle des lobes frontaux ou la vitesse de propagation des signaux neuronaux, pour l'aspect cérébral. De fait, toutes ces propriétés cognitives ou cérébrales sont liées au QI. En même temps, les corrélations sont faibles, et aucune de ces propriétés ne se dégage des autres pour conforter l'hypothèse d'une entité unique sous-tendant l'intelligence générale.

D'autres hypothèses ont été avancées pour comprendre pourquoi les performances dans tous les tests sont statistiquement corrélées, sans faire appel à la notion d'intelligence générale. D'abord, bien que les différents tests semblent mesurer chacun une capacité cognitive donnée, il n'en est rien. Tout test recrute inévitablement de multiples capacités cognitives.

Par exemple, le test des cubes qu'il s'agit d'assembler pour reproduire un motif donné requiert à la fois des capacités visuospatiales, d'analyse, de coordination visuomotrice, de dextérité manuelle, d'attention, de rapidité, etc. (voir la figure page 8). Réciproquement, certaines capacités cognitives influent sur la performance dans plusieurs tests. Par exemple, la capacité à focaliser son attention modifie le score dans à peu près tous les sous-tests. Ces relations croisées multiples entre fonctions cognitives et tests font inévitablement



Rafael Ramirez Lee / Shutterstock

Le penseur
de Rodin

apparaître des corrélations. Ainsi, les individus ayant de meilleures capacités d'attention ont de meilleures performances dans la plupart des tests, dont les scores sont de ce fait reliés. Néanmoins, l'attention n'est que l'un des facteurs influant sur la performance ; l'intelligence générale ne peut donc être réduite à l'attention.

Une propriété cérébrale, plusieurs fonctions cognitives

En outre, en remontant encore la chaîne de causalité, on constate que la relation entre régions ou propriétés cérébrales et fonctions cognitives n'est pas univoque. Chaque région ou propriété cérébrale influe sur plusieurs fonctions cognitives, de sorte que des corrélations entre les performances des différentes fonctions cognitives existent.

Par exemple, la région dite de Broca est impliquée dans de nombreuses fonctions cognitives, telles la production du langage et la mémoire de travail. Ou encore certains prolongements des neurones – les axones – sont recouverts d'une gaine de myéline augmentant la vitesse de transmission des informations, ce qui influe sur toutes les fonctions cognitives nécessitant l'interaction de plusieurs régions cérébrales. Des variations dans les processus de myélinisation provoquent des changements corrélés de toutes ces fonctions cognitives.

Au plan génétique, il est encore plus évident que chaque gène impliqué dans le développe-

développement de diverses fonctions cognitives, telles que le vocabulaire, le raisonnement, etc. Ainsi, tous les facteurs participant aux tests de QI ont des influences multiples qui engendrent nécessairement des corrélations entre les scores dans les différents sous-tests.

Par ailleurs, même si les fonctions cognitives n'étaient pas corrélées à cause de l'intrication des facteurs biologiques et environnementaux sous-jacents, elles le deviendraient lors du développement de l'enfant. En effet, on conçoit aisément que de bonnes capacités d'attention aident l'enfant à acquérir du vocabulaire, qu'un vocabulaire étendu augmente ses capacités de compréhension verbale, qu'une bonne mémoire de travail favorise ses capacités de raisonnement, etc. Les fonctions cognitives se renforcent mutuellement au cours du développement, de sorte que même si elles n'étaient pas corrélées à la naissance, elles le deviendraient durant le développement de l'enfant.

Ainsi, l'esprit humain est formé de nombreuses fonctions cognitives, chacune ayant un rôle précis, par exemple analysant l'environnement, contribuant à un aspect de la vie mentale ou à une facette du comportement. Certaines de ces fonctions sont bien mesurées par les tests, d'autres non, pour des raisons liées principalement aux idées qui prévalaient à l'époque de la conception de ces tests. Parce que les fonctions cognitives s'influencent mutuellement au cours du développement de l'enfant, et qu'elles sont étroitement intriquées aux facteurs biologiques et environnementaux sous-jacents, leurs performances tendent à être liées. De plus, chaque fonction cognitive influant sur la performance à de multiples tests, ces corrélations sont encore renforcées.

En conséquence, un facteur statistique unique semble expliquer la majeure partie des variations de performances à tous les tests. On ne peut pas en conclure qu'il existe une fonction biologique ou cognitive unique qui s'identifierait à ce facteur.

Ce que l'on nomme l'intelligence générale est simplement une propriété émergente, résultant de la cascade de facteurs environnementaux, génétiques, cérébraux et cognitifs qui influent sur la performance aux différents tests.

Le concept d'intelligence générale étant établi et ses contours délimités, la question qui revient souvent est de savoir si l'intelligence est innée ou acquise. Il est difficile d'y répondre, car la question est mal formulée. En effet, la dichotomie entre ce qui serait inné et ce qui serait acquis répond peut-être à une intuition, mais elle n'est en aucun cas justifiée scientifi-

L'intelligence générale est simplement une propriété émergente, résultant de la cascade de facteurs environnementaux, génétiques, cérébraux et cognitifs qui influent sur la performance aux différents tests.

ment et le fonctionnement du cerveau influe sur de multiples régions et propriétés cérébrales, renforçant les corrélations dans les performances des différentes régions et propriétés cérébrales.

Enfin, le même phénomène est observé pour les facteurs environnementaux qui influent sur les scores de QI : ils participent à de multiples fonctions cérébrales et cognitives. Par exemple, des facteurs environnementaux de nature biologique, telles la nutrition ou, à l'inverse, des infections prénatales, influent sur de multiples aspects du développement du cerveau. De même, des facteurs psychosociaux, par exemple le niveau d'éducation des parents, jouent sur le

quement. Les concepts même d'inné et d'acquis n'ont pas de définition assez précise pour être testés empiriquement.

Au-delà de l'inné et de l'acquis

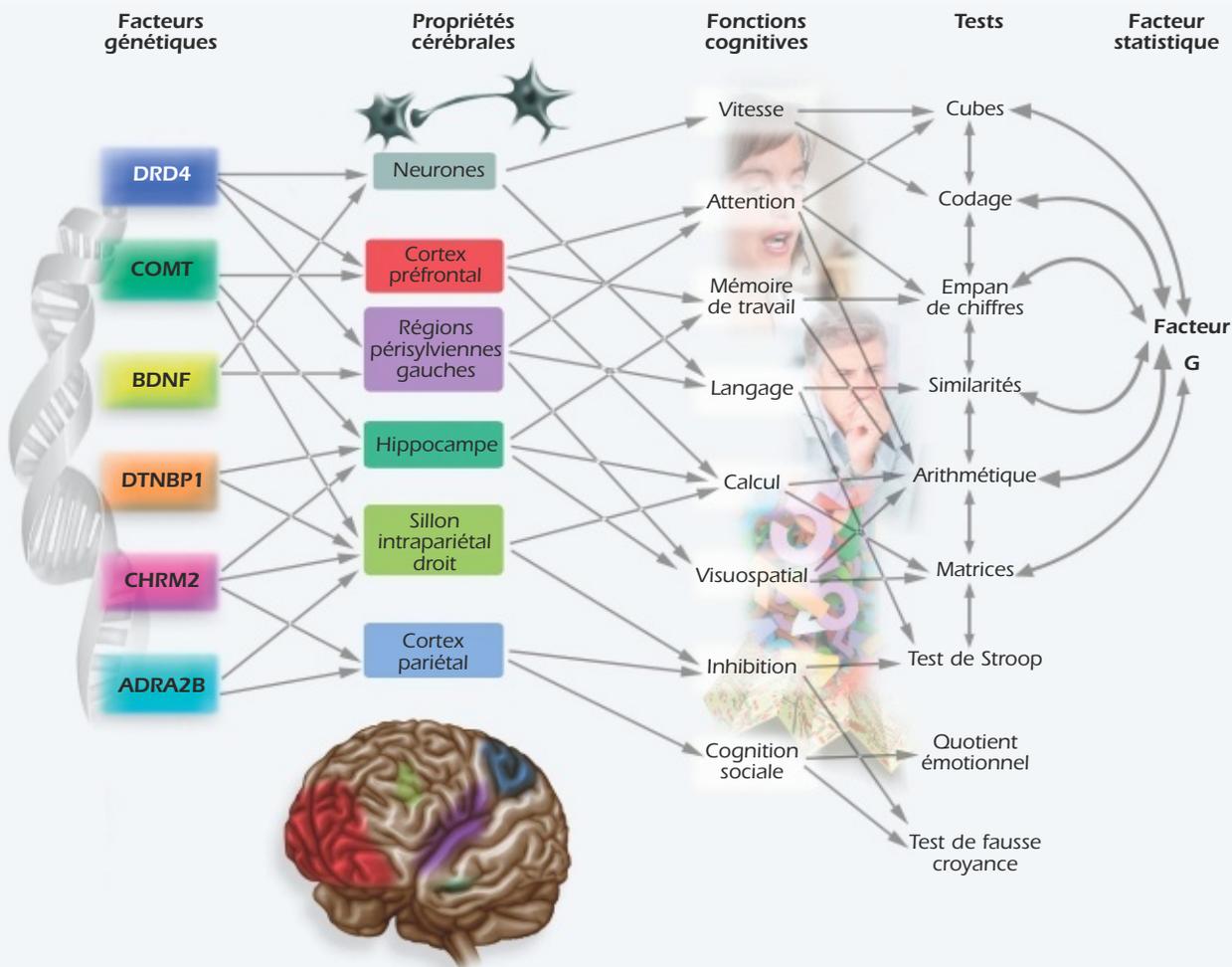
En revanche, on peut estimer la part respective des variations des scores de QI imputables soit à des variations génétiques (c'est la part nommée héritabilité), soit à des variations non génétiques, c'est-à-dire liées à l'environnement, qu'il soit biologique ou social. Des dizaines d'études de familles et de jumeaux, élevés ensemble ou dans des familles d'adoption différentes, ont permis d'estimer à environ 50 pour cent la part des facteurs génétiques.

Étonnamment, cette idée que l'intelligence (ou au moins la partie mesurée par le QI) puisse être « héritable » à 50 pour cent trouble davantage que le même résultat concernant, par exemple, la taille des individus : chacun voit bien que la taille des enfants dépend de celle des parents, et personne ne remet en cause que cela puisse résulter de facteurs génétiques, comme bien d'autres caractéristiques morphologiques et physiologiques. Et chacun comprend bien que cela n'est pas incompatible avec le fait que des facteurs environnementaux (par exemple la nutrition) modifient aussi la taille. Mais dès lors que l'on associe facteurs génétiques et intelligence, beaucoup de personnes réagissent comme si elles n'arrivaient plus à distinguer 50 pour cent de 100 pour cent ! C'est un biais de raisonnement qu'il est important de surmonter.

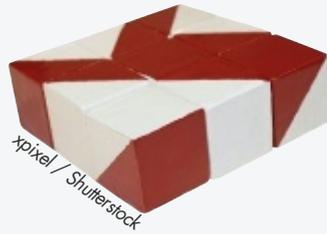
Les facteurs de l'intelligence humaine

Les facteurs génétiques, cérébraux et cognitifs influent en cascade sur les scores obtenus dans les tests de QI, et leurs interactions sont innombrables. Les flèches illustrent la multiplicité des liens entre ces différents facteurs, les tests qui les évaluent et leur résultante : le facteur G (on n'a

pas représenté tous les facteurs, ni les influences mutuelles des fonctions cognitives au cours du développement, ni les facteurs environnementaux qui interviennent également et interagissent avec les facteurs génétiques, cérébraux et cognitifs).



Raphaël Queruel



1 3 5 7 2 9 12



Le test des cubes évalue la capacité du sujet à assembler des cubes pour reproduire un motif donné comme modèle. Deux faces des cubes sont rouges, deux sont blanches et deux sont mi-blanches, mi-rouges. On présente au participant neuf exercices de difficulté croissante. Chaque essai est limité dans le temps et le test s'arrête après trois échecs consécutifs. Ce test évalue notamment les capacités de perception visuospatiale, d'organisation et de coordination visuomotrice.

Le test d'empan de chiffres consiste à déterminer le nombre de chiffres que l'on peut répéter immédiatement après les avoir entendus ; il fait notamment intervenir la mémoire de travail.

Le test de Stroop consiste à nommer la couleur de divers mots désignant une couleur différente... Pour y parvenir, le sujet doit surmonter le réflexe qui consiste à lire le mot. Il renseigne sur la capacité à inhiber un traitement cognitif automatique tel que la lecture.

Bibliographie

F. Ramus, *Quel pouvoir prédictif de la génétique et des neurosciences, et quels problèmes ?*, in *Médecine et Droit*, vol. 106, pp. 51-58, 2011.

G. Davies et al., *Genome-wide association studies establish that human intelligence is highly heritable and polygenic*, in *Mol. Psychiatry*, vol. 16, pp. 996-1005, 2011.

H. Gardner, *Les intelligences multiples : la théorie qui bouleverse nos idées reçues*, Retz, 2008.

T. Rohde et L. Thompson, *Predicting academic achievement with cognitive ability*, in *Intelligence*, vol. 35, pp. 83-92, 2007.

H. van der Maas et al., *A dynamical model of general intelligence : the positive manifold of intelligence by mutualism*, in *Psychol. Rev.*, vol. 113, pp. 842-861, 2006.

R. Bar-On, *Emotional and social intelligence : insights from the emotional quotient inventory*, in R. Bar-On & J. Parker (Eds.), *The handbook of Emotional*, 2000.

En revanche, ces études qui estiment l'héritabilité sont en soi insuffisantes. Depuis 40 ans, elles montrent que des facteurs génétiques influent sur l'intelligence, mais elles ne précisent pas quels sont ces facteurs ni comment ils agissent. Ce n'est que depuis les années 2000, avec les progrès de la biologie moléculaire, des neurosciences et le séquençage du génome humain, que l'on a pu sérieusement envisager de répondre à ces questions. Les recherches qui ont porté sur la déficience intellectuelle (QI inférieur à 70) ont été fructueuses, permettant d'identifier plus de 300 gènes dont des mutations sont associées à différentes formes de retard intellectuel.

En revanche, la recherche de modifications génétiques qui expliqueraient des variations « normales » du QI s'est révélée plus décevante. Quelques gènes ont été associés au QI dans un certain nombre d'études, mais les analyses statistiques étaient peu fiables, et les études n'ont pas été suffisamment répliquées par des équipes indépendantes. Tout au plus, a-t-il été possible de vérifier récemment que l'ensemble des variations présentes dans le génome permet d'expliquer au moins 50 pour cent des variations des scores de QI, confirmant ainsi, par une méthode moléculaire, l'héritabilité précédemment estimée.

Toutefois, de nombreux gènes ont été associés de façon fiable, soit à des fonctions cognitives spécifiques, soit à des propriétés cérébrales particulières. L'analyse que nous avons faite dans cet article des facteurs contribuant à l'intelligence générale permet de comprendre cette disparité des résultats (voir l'encadré page 7). Plus une mesure – cérébrale, cognitive ou comportementale – est éloignée du gène dans la cascade des facteurs causaux, plus elle est

influencée par de nombreux gènes et plus son lien avec un gène particulier est ténu. Une variation génétique a plus d'effet et est donc plus facile à détecter statistiquement quand elle touche une propriété cérébrale plutôt qu'une fonction cognitive, et *a fortiori* qu'un score dans un test comportemental.

De multiples liens causaux

Quant au QI, si, comme nous l'avons expliqué, il ne reflète pas une propriété biologique ou cognitive donnée, mais une statistique émergeant des performances à de multiples tests, on comprend que son lien avec chaque gène soit encore plus distant, indirect et faible que celui d'une fonction cognitive. À peu près tous les gènes qui s'expriment dans le cerveau influent certainement sur les scores de QI, et l'ensemble de ces gènes explique une grande partie des différences de QI ; mais chaque gène pris individuellement n'en explique qu'une part infime. Seules des études comprenant des dizaines, voire des centaines, de milliers de participants pourront révéler de façon statistiquement fiable des effets aussi faibles.

Mais n'est-il pas vain de déployer des moyens aussi colossaux pour rechercher un phénotype dont la réalité biologique et cognitive reste sujette à caution ? Le QI est un outil intéressant d'un point de vue clinique, voire académique ou professionnel, mais pour ce qui est de la question scientifique des influences génétiques sur la cognition humaine, il serait beaucoup plus intéressant d'orienter les recherches vers l'analyse des facteurs génétiques impliqués dans les différentes fonctions cognitives et dans leurs fondements cérébraux. ■