

Conclusion: c'est l'hémisphère gauche qui se charge d'effectuer les calculs mentaux.

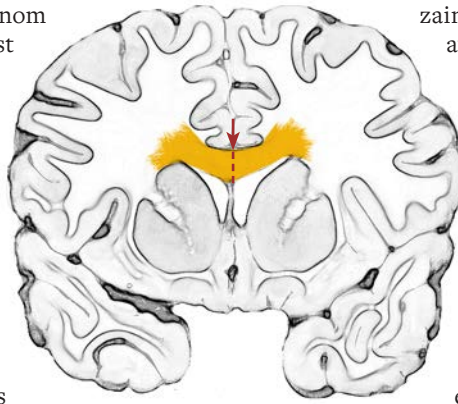
V. P., également désignée par le prénom Vicky dans la littérature scientifique, est quant à elle une jeune femme qui a subi une callosotomie en 1979, à l'âge de 27 ans. En 1984, un examen d'imagerie par résonance magnétique (IRM) révèle que toutes les connexions entre les deux hémisphères n'ont pas été sectionnées: quelques fibres sont restées en place à l'avant et à l'arrière du corps calleux. Elles représentent moins de 2 % des connexions, et l'une des expériences impliquant V. P. vise à étudier si des informations visuelles sont transmissibles à travers ces quelques fibres restantes.

Lors de cette expérience, deux images sont présentées à V. P. dans des parties distinctes de son champ visuel, afin que chacune soit traitée par un hémisphère différent. La patiente doit déterminer si elles ont une couleur, une forme ou une taille identique. Il faut alors que les deux moitiés du cerveau comparent ce qu'elles ont perçu. Mais les résultats indiquent que V. P. répond au hasard, signe que ses deux hémisphères ne communiquent pas, malgré les fibres épargnées. Lors d'une seconde expérience, on fait lire à la patiente des paires de mots, là encore disposées de façon qu'un mot soit traité par chaque hémisphère, et elle doit indiquer s'ils riment ou non. V. P. répond cette fois de façon assez précise. Certaines informations à caractère verbal circulent d'un hémisphère à l'autre.

Le cas de cette jeune femme contribue à l'établissement d'une carte fonctionnelle du corps calleux: différentes parties de cette structure véhiculent ainsi les informations motrices, somatosensorielles, auditives ou visuelles. Des recherches récentes ont aussi montré l'existence de connexions subcorticales entre les deux hémisphères cérébraux, qui ne sont pas atteintes lors d'une callosotomie.

DE CURIEUX SYMPTÔMES

Les patients au cerveau divisé (ou patients *split-brain*) ont des symptômes curieux: quand on présente un mot à leur hémisphère droit, ils ne le comprennent pas, car ce côté du cerveau n'est pas dédié aux fonctions linguistiques (du moins chez les droitiers). Mais si on leur demande d'écrire ce qu'ils ont vu en utilisant la main gauche – commandée par l'hémisphère droit –, ils y parviennent correctement. De même, si on bande les yeux d'un patient en lui glissant dans la main gauche une brosse à dents, il reconnaît l'objet à partir de sa forme et exprime sa fonction en mimant le geste de se brosser les dents, mais il est incapable de le nommer. En effet, il n'a pas accès à sa bibliothèque de mots, qui se trouve dans l'autre hémisphère du cerveau.



Le corps calleux (en orange), constitué de multiples fibres nerveuses, forme un pont entre les deux hémisphères cérébraux. Il est profondément enfoui dans la crevasse qui sépare ces derniers. L'opération de callosotomie consiste à le sectionner (flèche rouge).

Grâce aux recherches de Michael Gazzaniga et d'autres neuropsychologues sur une douzaine de patients *split-brain*, nous savons aujourd'hui qu'un cerveau sain ressemble à deux machines indépendantes reliées par des câbles qui transmettent une grande quantité d'informations. Quand une connexion est interrompue, comme dans le cas de la callosotomie, l'information perçue par un hémisphère – qu'il s'agisse d'un mot, d'une image ou d'une sensation tactile – n'est pas transmise à l'autre. Avec les conséquences que nous avons décrites. Ces recherches ont aussi montré que, la plupart du temps et de façon très simplifiée, l'hémisphère gauche remplit principalement des fonctions linguistiques tandis que l'hémisphère droit traite surtout des informations visuelles et spatiales, s'occupant notamment de la reconnaissance des visages.

DEUX HÉMISPHÈRES SÉPARÉS, MAIS UNE CONSCIENCE

Michael Gazzaniga avait déjà compris que les deux hémisphères sont capables d'effectuer presque toutes leurs tâches de manière indépendante. Ces deux moitiés du cerveau ont toutefois deux «visions» différentes du monde, ce qui a suscité un vif intérêt chez les chercheurs qui étudient la personnalité et la conscience. «L'idée que la séparation des deux hémisphères créerait un individu porteur de deux consciences était fascinante, mais la réalité n'est pas aussi simple», tempérait toutefois le psychologue américain Michael Miller dans la revue *Nature* en 2012, à l'occasion des quarante ans du premier test sur les patients *split-brain*. En effet, chaque «module» du cerveau ne porte pas une conscience distincte, celle-ci dépendant aussi des multiples connexions qui parcourent l'encéphale.

Et les patients de Michael Gazzaniga, que sont-ils devenus? Ils vieillissent petit à petit et l'âge rend les longues séances de tests et d'évaluation moins faciles. Certains sont déjà décédés. Aujourd'hui, la section du corps calleux est presque complètement abandonnée, en raison de l'existence de traitements plus efficaces. En outre, pour étudier le fonctionnement de chaque hémisphère, nous disposons de techniques plus performantes et utilisables sur des sujets au corps calleux intact, comme l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle ou la stimulation magnétique transcrânienne (qui permet d'activer ou d'inhiber certaines zones du cerveau avec des impulsions magnétiques). Mais grâce aux patients *split-brain*, qui ont accepté de se soumettre pendant des décennies à des expériences neuroscientifiques, nous savons bien mieux quoi chercher et quelles zones explorer. ■

BIBLIOGRAPHIE

D. Wolman, *A tale of two halves*, *Nature*, vol. 483, pp. 260-263, 2012.

M. Gazzaniga, *Le cerveau divisé*, *Pour la Science*, n° 251, 1998.

M. Gazzaniga et al., *Some functional effects of sectioning the cerebral commissures in man*, *PNAS*, vol. 48, pp. 1765-1769, 1962.

R

ENDEZ-VOUS

P.80 Logique & calcul
 P.86 Art & science
 P.88 Idées de physique
 P.92 Chroniques de l'évolution
 P.96 Science & gastronomie
 P.98 À picorer

LA SUITE DE FIBONACCI... ET SES SUITES

La suite de Fibonacci est célèbre, au point d'avoir inspiré d'autres constructions: une suite de mots, des fractales, un arbre... Tous ces objets mathématiques constituent des terrains inépuisables de découvertes, encore aujourd'hui.

L'AUTEUR



JEAN-PAUL DELAHAYE
 professeur émérite
 à l'université de Lille
 et chercheur au Centre
 de recherche en
 informatique, signal
 et automatique de Lille
 (Cristal).

Le dernier ouvrage
 de J.-P. Delahaye:
**Mathématiques
 et mystères**,
 une sélection de ses
 chroniques parues
 dans *Pour la Science*
 (Belin, 2016).

La suite (F_n) de Leonardo Fibonacci est définie par $F_0=0$, $F_1=1$ et $F_n=F_{n-1}+F_{n-2}$ pour $n>1$. Ses premiers termes sont donc $F_0=0$, $F_1=1$, $F_2=1$, $F_3=2$, $F_4=3$, $F_5=5$, $F_6=8$, $F_7=13$, $F_8=21$, $F_9=34$, $F_{10}=55$, $F_{11}=89$, $F_{12}=144$, ...

Les mathématiciens, amateurs ou professionnels, l'étudient obstinément. Elle est simple, l'utiliser dans un test d'intelligence serait un cadeau, et pourtant elle engendre des surprises variées, des théorèmes et même des conjectures. Cette suite et le nombre d'or $\phi=1,618033988...$, limite du rapport de deux termes consécutifs de la suite, se retrouvent partout en mathématiques (voir l'encadré 1).

Cette ubiquité un peu semblable à celle du nombre π , qui lui aussi est présent dans une multitude de contextes mathématiques, physiques et biologiques, a une explication évidente qui devrait calmer les numéologues plus ou moins sérieux voulant y voir un mystère profond susceptible d'éclairer les sciences et les arts.

L'explication de l'ubiquité de la suite de Fibonacci et du nombre d'or est que ce sont des objets simples, puisqu'ils ont des définitions simples, et que les objets simples sont bien sûr partout!

La simplicité de la suite de Fibonacci n'est pas la même que celle des nombres 2 , $\sqrt{3}$, π ou e , eux aussi omniprésents; mais, sur le plan mathématique, c'est une suite à peu près aussi élémentaire que les suites arithmétiques $(s_{n+1}=s_n+r)$ et les suites géométriques $(s_{n+1}=ks_n)$, elles aussi rencontrées dans des contextes variés.

Reste que la suite de Fibonacci est à l'origine de questions délicates parfois difficiles et souvent inattendues. Sans refaire le parcours de tout ce qu'on sait sur elle (il faudrait un gros livre), évoquons quelques propriétés et questions fascinantes qui la concernent.

UNE MULTITUDE DE DÉFINITIONS

D'abord, nous noterons que la définition que nous avons donnée n'est qu'une définition parmi une multitude. En voici quelques autres.

– Le nombre F_n est le nombre de façons d'écrire n comme une somme de nombres entiers impairs. On a ainsi $F_6=8$ car il y a 8 façons d'écrire 6 comme somme de nombres entiers impairs: $6=1+1+1+1+1+1=1+1+1+3=1+1+3+1=1+3+1+1=3+1+1+1=1+5=5+1=3+3$.

– Le nombre F_n est le nombre de suites de longueur n composées d'entiers compris entre 1 et $n-2$ commençant par 1 et dont deux termes consécutifs diffèrent toujours exactement d'une unité. On retrouve $F_6=8$, car il y a 8 telles suites: 121212, 121232, 121234, 123212, 123232, 123234, 123432, 123434.

– Le nombre F_{n+2} est le nombre de mots de longueur n composés de 0 et de 1 et n'ayant pas deux 1 consécutifs. On retrouve par exemple que $F_5=5$, car il existe exactement 5 mots de longueur 3 ne comportant pas deux 1 consécutifs: 000, 100, 010, 001, 101. La valeur $F_6=8$ provient des 8 mots de longueur 4 ne comportant pas deux 1 consécutifs: 0000, 1000, 0100, 0010, 0001, 0101, 1001, 1010.

– Le nombre F_{n+1} est le nombre de façons de paver un rectangle $2 \times n$ avec des

