

> il préférerait vivre, il choisit toujours celle qui ne brûle pas. Des informations ont donc été traitées, mais inconsciemment.

Outre l'étude des dysfonctionnements, qu'est-ce qui a fait progresser les connaissances sur le fonctionnement de la conscience ?

Stanislas Dehaene : La révolution des sciences cognitives est en grande partie due à l'arrivée d'idées précises sur la computation. Les travaux d'Alan Turing en particulier, avec la machine portant son nom préfigurant l'ordinateur, et ceux de Claude Shannon sur la théorie de l'information ont bouleversé notre vision de ce qu'est un calcul. Ils montraient que des opérations mentales complexes pouvaient être effectuées par une machine.

La perspective s'est renversée. Schématiquement, avant Turing, l'inconscient était un mystère parce qu'on n'imaginait pas comment autant d'opérations pouvaient s'effectuer dans notre esprit sans que nous en ayons la moindre introspection. Après, ce sont les opérations inconscientes qui deviennent la norme. Et l'énigme est désormais : Qu'est-ce c'est que la conscience ? Et même, en a-t-on vraiment besoin ?

De là serait née l'idée d'inconscient cognitif. Quelle est-elle ?

Stanislas Dehaene : Le principe est simple : pratiquement toutes les opérations cognitives sont inconscientes. Le paradigme des sciences de la cognition est inspiré de la métaphore de l'ordinateur qui fait du cerveau un dispositif de traitement de l'information opérant de façon mécanique, non consciente.

D'ailleurs, au début des sciences cognitives, on a voulu chasser l'idée de conscience. La distinction entre conscience et non-conscience apparaissait trop grossière, «préscientifique». Seule comptait la nature des opérations mentales effectuées dans chaque cas particulier, notamment lors de la perception visuelle. C'est seulement depuis une vingtaine d'années que l'on est revenu sur cette idée, car on s'est aperçu qu'à stimulus identique, il y a tout de même une grande différence de traitement cognitif des informations selon que le sujet rapporte en avoir pris conscience ou non. Cela influe notamment sur ce qu'il peut faire de ces informations.

Par exemple ?

Stanislas Dehaene : Dans nos expériences, on présente des chiffres ou des mots de

La révolution des sciences cognitives est en grande partie due aux travaux d'Alan Turing et de Claude Shannon sur ce qu'est un calcul

façon extrêmement brève à des sujets qui tantôt les voient, tantôt ne les voient pas. Les mots masqués accèdent au lexique mental, sont partiellement compris, ont une influence sur nos décisions, nos choix... Cependant, lorsque le sujet voit les mots, la liste des opérations disponibles s'agrandit. Le sujet peut les mémoriser à long terme, les intégrer dans de longues phrases, les lire à haute voix... Autant de tâches impossibles tant que les mots restent inconscients.

Avec l'imagerie cérébrale, nous avons montré qu'entre percevoir inconsciemment et consciemment, on a affaire à un changement de type «tout ou rien» très important : c'est soit l'un, soit l'autre, de façon binaire, sans niveau intermédiaire entre les deux états. Un seuil distingue le conscient du non-conscient.

Toujours dans le domaine expérimental, une grande étape a été franchie lorsqu'on s'est rendu compte de la diversité des paradigmes qui manipulent la conscience chez le sujet normal. À ce propos, je cite souvent Bernard Baars, de l'institut de neurosciences de San Diego, qui, dans son livre *A Cognitive Theory of Consciousness*, en 1988, constate que l'on dispose de nombreux paradigmes expérimentaux, comme le masquage de mots ou d'images et bien d'autres illusions visuelles, où l'aspect subjectif, ce qui accède à la conscience du sujet, et l'aspect objectif, le stimulus réellement reçu, sont dissociés. C'est le cas dans la rivalité binoculaire : on présente à chaque œil une image différente et, alors que rien ne change dans ce stimulus objectif, les images alternent dans la conscience subjective.

Un autre exemple est celui de «cécité attentionnelle» mis au point en 1999 par Christopher Chabris et Daniel Simons, de l'université Harvard. Une expérience maintes fois répétée. Des participants sont

invités à regarder une vidéo montrant un match de basket et à porter leur attention sur le nombre de passes du ballon. Soudain, un homme déguisé en gorille traverse le terrain en gesticulant au milieu des joueurs. Pourtant, environ la moitié des participants ne le voient pas, tellement ils sont occupés à compter les passes !

La théorie bayésienne est un des modèles pour étudier cet inconscient cognitif. Que stipule-t-elle ?

Stanislas Dehaene : On retrouve ici les idées de Helmholtz. Notre cerveau recèlerait des modèles génératifs de haut niveau qui essaient de capturer les aspects les plus abstraits du monde extérieur, et que l'on utilise pour prédire les entrées sensorielles que l'on reçoit à un instant donné. À partir de ce qu'il sait du monde, votre cerveau anticipe ce que vos yeux vont voir, par exemple, qu'il est beaucoup plus probable de voir un visage à l'endroit plutôt qu'à l'envers. Dans ce contexte, percevoir c'est comprendre quel est le modèle de haut niveau compatible avec les informations reçues, tandis que l'ensemble des modèles constituerait une forme d'inconscient bayésien.

À la base de cette théorie se trouve le théorème de Bayes, une formule mathématique qui permet de faire des projections inverses et de déterminer la probabilité qu'un modèle interne soit correct, à partir de l'observation de ses conséquences sur le plan sensoriel. On estime que, dans le cerveau, les modèles sont organisés de façon hiérarchique. Les signaux descendants projettent ces modèles d'un niveau à l'autre jusqu'à prédire les entrées sensorielles du plus bas niveau, puis cette prédiction est comparée aux entrées sensorielles effectivement reçues, et les signaux d'erreurs remontent en sens opposé pour corriger ces modèles internes.

Votre cours au Collège de France, en 2012-2013, portait justement sur ces modèles étudiés chez les bébés. En quoi sont-ils pertinents dans ce cas ?

Stanislas Dehaene : L'hypothèse bayésienne rend assez bien compte de l'apprentissage du bébé, et des connaissances innées du cerveau. En fait, le modèle bayésien permet une sorte de réconciliation entre inné et acquis. L'inné, ce sont les *a priori*, ces modèles internes inconscients déjà structurés, mais dotés de millions de paramètres libres. L'acquis, c'est l'utilisation des signaux du monde extérieur pour contraindre ces paramètres libres. La combinaison des deux permet d'apprendre de façon extrêmement rapide.

On naîtrait avec les lois de la physique déjà inscrites inconsciemment dans notre cerveau ?

Stanislas Dehaene : Une partie du moins, ainsi que probablement certaines lois de la causalité. Plus on étudie le cerveau des bébés, plus on se rend compte qu'une architecture extrêmement robuste est présente dès la naissance. Tous les grands faisceaux de connexions sont là. Quant à la conscience, on n'est pas absolument certain que le bébé y ait accès dès la naissance, mais après quelques mois de vie, on observe déjà les signaux cérébraux correspondant à l'état conscient chez l'adulte.

Le bébé devenant un élève, ces théories du cerveau peuvent-elles aider à améliorer l'apprentissage à l'école ?

Stanislas Dehaene : Sur bien des points ! Mentionnons ce que j'avais désigné dans mon livre *Apprendre* comme le pilier de l'apprentissage n° 4, « l'automatisation ». Au départ, presque tous les apprentissages nécessitent de l'attention, de la concentration et de l'effort. Et puis, à force d'entraînement, les automatismes s'installent et le comportement change complètement : il n'y a plus besoin de prendre conscience de ce que l'on fait. Il en va ainsi de la lecture. Au début, l'enfant est obligé de déployer son attention lettre par lettre, B, A.. de les reconnaître une à une, puis de les assembler consciemment pour former un mot. Et, au terme de l'apprentissage, il lit sans déchiffrer et la lecture s'appuie désormais sur des mécanismes inconscients. J'insiste beaucoup sur l'importance de cette transition et la façon de l'optimiser. On sait aujourd'hui faciliter cette automatisation, par

exemple en entrecoupant les phases d'apprentissage explicite avec des tests. Par ces derniers, on vérifie, nous en parlions, l'écart entre ce que l'on a prédit inconsciemment et ce que l'on obtient.

Le succès du modèle bayésien montre l'importance de la théorie.

Stanislas Dehaene : Je crois en effet beaucoup au rôle de la théorie en neurosciences cognitives. D'ailleurs, c'est l'arrivée de théories formelles qui a débloqué la situation. Par exemple, avec Jean-Pierre Changeux et Lionel Naccache, sur la base de beaucoup d'observations, nous avons développé au début des années 2000 l'idée d'« espace de travail neuronal global » qui justement prévoit l'effet de seuil mentionné. Schématiquement, l'idée est que des informations inconscientes circulent au sein d'un réseau d'aires cérébrales éloignées avant que l'une d'entre elles n'accède à la conscience en étant amplifiée dans le cortex préfrontal et les aires associatives qui lui sont connectées. Cette théorie a récemment reçu une confirmation grâce à des expériences sur le singe.

Quelle sera la prochaine étape ?

Stanislas Dehaene : Les expériences actuelles mettent en évidence des corrélations entre activité neuronale et prise de conscience. Reste à démontrer leur rôle causal. La démonstration ultime serait de stimuler une assemblée de neurones pour imposer à l'animal la prise de conscience d'une image que l'on aurait choisie. En stimulant des neurones dans le cerveau d'un singe, on lui ferait « voir » une banane qui n'existe pas ! C'est une expérience cruciale qui reste encore à faire pour valider nos théories sur le passage de l'inconscient au conscient. Mais les outils se développent pour y parvenir.

Les retombées seraient réelles, notamment en médecine, pour comprendre le coma et peut-être un jour restaurer la conscience des patients atteints. Grâce à des interfaces cerveau-machine, on voudrait communiquer avec les patients inconscients en état végétatif et créer un système qui soit capable à la fois de décoder l'état de conscience pour le transmettre à l'extérieur, et de transmettre au patient des informations qui deviendraient conscientes. Cette interface bidirectionnelle sera une révolution ! Elle n'est pas encore là, mais ça vient. Et ce serait un retour utile aux patients par qui l'étude de l'inconscient avait commencé... ■

PROPOS RECUEILLIS
PAR LOÏC MANGIN

BIBLIOGRAPHIE

B. VAN VUGT, The threshold for conscious report: Signal loss and response bias in visual and frontal cortex, *Science*, vol. 360 (6388), pp. 537-542, 2018.

S. DEHAENE, *Apprendre ! – Les talents du cerveau, le défi des machines*, Odile Jacob, 2018.

S. DEHAENE, *Le Code de la conscience*, Odile Jacob, 2014.

S. DEHAENE, Vers une science de la vie mentale, *Leçons inaugurales du Collège de France*, Fayard, 2007.