



Qu'est-ce que la conscience ?

De quoi peut-on être plus sûr que d'exister ? Le simple fait de se demander si l'on existe atteste bien que l'on existe ! C'est ce que Descartes énonçait au XVII^e siècle en latin, avec le *cogito ergo sum* : "je pense, donc je suis". Mais pouvoir affirmer que l'on existe est-il une conséquence de la capacité à penser ? Dans ce cas, qu'est-ce qui pense ? Les philosophes, disciples ou contradicteurs de Descartes, au fil des siècles, ont tenté de répondre. Et la science s'est elle aussi emparée de cette énigme. Résultat ? Aucune réponse définitive, mais un concept qui tisse les liens entre un individu et la connaissance qu'il a de son existence, et qu'il s'agit, pour la science, de soumettre à l'épreuve des faits : la conscience.

Le philosophe américain contemporain John Searle en a donné la définition aujourd'hui la plus partagée : ce sont "*ces états subjectifs d'attention qui débutent lorsqu'on se réveille le matin et se prolongent pendant la période d'éveil, jusqu'à ce qu'on sombre dans un sommeil sans rêves, dans un coma, que l'on meure, ou enfin que l'on devienne d'une manière ou d'une autre, comme on dit, inconscient*". Une définition qui pose d'emblée, pour les scientifiques, une ques-

< Nombre de disciplines se sont attelées à la tâche ardue de dessiner les contours de la conscience. Jusqu'à la neurobiologie, qui parvient tout juste à percevoir le brouhaha des neurones, sans comprendre leur langage. Les processus mentaux à l'origine des "états subjectifs d'attention" sont loin d'être identifiés.

tion : que se cache-t-il derrière ces "états subjectifs d'attention" ? Peut-on dire comment et quand ils adviennent ?

Pour les psychologues du XIX^e siècle, la réponse est à chercher auprès des meilleurs connaisseurs de la conscience : les individus. Ils vont donc miser sur l'introspection. Oui mais voilà : cette approche va très vite aller à l'encontre de la démarche scientifique, qui ne saurait se satisfaire de témoignages disparates d'individus relatant leur vie psychique. Car la science est en quête de phénomènes objectifs pour construire une théorie cohérente et vérifiable de la conscience. Il fallait donc trouver une autre approche.

SAISIR LA CONSCIENCE

Elle va se dessiner au tournant des années 1960. L'idée ? Identifier les processus mentaux à l'origine des "états subjectifs d'attention". Un projet que l'essor, dans les années 1990, de la neuroimagerie fonctionnelle a rendu possible. Mais comment capter la conscience sur le vif ? Qu'expérimenter pour la saisir ? Il s'avère très vite que seule s'offre aux scanners des chercheurs la "prise de conscience" : ce moment précis où l'on comprend une plaisanterie, où l'on visualise enfin le détail qui différencie deux images quasiment identiques... Car il est désormais possible de voir ce qui se passe dans le cerveau lorsqu'un stimulus est perçu ou non par un sujet.

Au fil des expériences va ainsi émerger, dès 1998, un modèle de la conscience qui fait relatif consensus aujourd'hui.



> L'essor de la neuroimagerie a rendu possible l'observation de la "prise de conscience", soit la réaction du cerveau à un stimulus.

d'hui, celui de "l'espace de travail global conscient".

Selon ce modèle, nos réseaux de neurones s'organisent en deux espaces distincts : d'une part, des petits circuits cérébraux, des "processeurs" spécialisés générant à tout moment des représentations mentales inconscientes ; d'autre part, un espace de travail global conscient, vaste réseau neuronal infiltrant de nombreuses régions cérébrales, dont le contenu correspondrait à chaque instant à la représentation mentale dont nous sommes en train de faire l'expérience consciente. Grâce à ces interconnexions massives, les nombreux "processeurs" périphériques dialogueraient en permanence avec l'espace de travail global conscient. Mais l'espace de travail ne pouvant être occupé à chaque instant que par une seule représentation (vous ne pouvez pas vous concentrer sur ces lignes et suivre en même temps une conversation), chaque processeur serait en compétition avec les autres pour imposer l'information qu'il produit. Plusieurs facteurs expliqueraient qu'une représentation plutôt qu'une autre remporte la bataille, comme par exemple la familiarité de l'espace de travail pour un type d'information. C'est ce

→ qui se passe quand, alors que vous êtes absorbé dans la contemplation d'un tableau, la prononciation de votre prénom détourne brusquement votre attention.

Ce modèle peut-il s'appliquer à toute la conscience, et pas seulement à celle liée à nos perceptions ? Ses défenseurs le pensent. Mais d'autres chercheurs tempèrent cet enthousiasme : "C'est le meilleur modèle dont on dispose, mais il n'explique pas tout", note Steve Laureys, neurologue au centre de recherche du Cyclotron à Liège. En particulier, on est encore loin de connaître le langage que parlent les neurones pour qu'il y ait conscience. "Tout juste est-on capable de détecter le vaste brouhaha de leurs conversations. La compréhension fine de ce codage neuronal complexe n'est-elle qu'une question de temps et de travail acharné des neurobiologistes ? Peut-être..."

UN AMAS D'INTERACTIONS

Sauf que le problème posé par l'étude de la conscience serait ailleurs : comment expliquer que l'activité neurale s'accompagne d'une expérience subjective ? Le philosophe australien Franck Jackson propose une expérience de pensée : imaginons un neurobiologiste, Marie, qui aurait grandi dans un univers sans couleurs, mais qui, de par sa profession, aurait une connaissance exhaustive des mécanismes de la vision des couleurs. Marie n'a donc jamais vécu l'expérience visuelle du rouge mais elle en connaît les soubassements neuronaux dans les moindres détails. Ainsi, lorsqu'elle voit une rose rouge pour la première fois, n'apprendrait-elle rien de nouveau ? Comme le résume le philosophe américain Thomas Nagel, nous au-

rons beau tout connaître du système nerveux des chauve-souris, nous ne saurons jamais ce que ça fait d'être une chauve-souris qui chasse des insectes au crépuscule !

Les neuroscientifiques en seraient donc réduits à ne pouvoir décrire qu'un aspect de la conscience : la conscience d'accès, caractérisée par le fait que le sujet soit capable de faire un rapport conscient de son expérience ("j'ai vu, entendu ceci"). Cela dit, peut-être ce raisonnement est-il non seulement stérile, mais infondé. De même qu'il serait infondé d'affirmer que l'on n'arrivera jamais à construire un robot doué de conscience. "Il est bien entendu difficile d'imaginer comment le cerveau-ordinateur d'un robot pourrait être le support d'une conscience. [...] Mais il est tout aussi difficile d'imaginer la façon dont un cerveau humain organique pourrait servir de support de la conscience. [...] Et pourtant, nous imaginons aisément que des êtres humains soient conscients, même si nous ne pouvons toujours pas imaginer comment c'est possible", écrit ainsi le philosophe américain Daniel Dennett dans *La conscience expliquée*.

Ainsi sommes-nous sûrs que la conscience est produite par notre cerveau, sans pouvoir dire comment les représentations mentales arrivent à "se saisir d'elles-mêmes" jusqu'à nous permettre de dire "je". La psychologie et la neurobiologie y parviendront-elles ? Nul ne peut le prédire. Mais tant qu'ils n'auront pas débrouillé l'amas infiniment complexe d'interactions électrochimiques entre les milliards de neurones de notre cerveau, les chercheurs n'abandonneront pas. Question de... conscience professionnelle. **M.-C.M.**

Notre monde est-il quantique ?

Pourquoi ne pouvons-nous pas être dans deux endroits à la fois ? Ce rêve d'ubiquité, l'homme le porte profondément en lui, au point d'en avoir fait l'attribut de nombre de divinités. Or, ce qui nous semblait simplement hors de portée, la science est parvenue à le réduire à l'état... d'énigme ! A force de percer les secrets de la matière à des échelles toujours plus infimes, les physiciens ont en effet découvert que les particules élémentaires qui composent n'importe quel être vivant, mais aussi n'importe quel objet, recèlent une étonnante propriété : ils peuvent être à plusieurs endroits au même instant ! Dans un atome, par exemple, un électron occupe une place indéterminée à une distance d'environ un dix millionième de millimètre du noyau. Dire "où" il se trouve, c'est au mieux admettre qu'il se "distribue" dans un nuage enveloppant le noyau. Une description que la mécanique quantique, ce pilier de la physique élaboré au début du XX^e siècle, appelle "superposition d'état". Chaque état pouvant être une position, un niveau d'énergie... Dès lors, une particule élémentaire a une probabilité d'occuper à chaque instant une infinité d'états. Autrement dit, le monde quantique est un monde où la réalité n'est pas unique, mais multiple.

Vertigineux ! Car à suivre cette physique troublante – jamais démentie depuis –

comment expliquer que, dans la vie de tous les jours, personne n'ait le don d'ubiquité ni ne traverse les murs ? Pourquoi nos particules élémentaires sont-elles dotées de pouvoirs extraordinaires, et pas le monde macroscopique qui s'offre à nos sens ?

UN FRUSTRANT MYSTÈRE

Pour les plus aguerris des physiciens, cela reste encore un mystère, d'autant plus frustrant que le monde des particules a, en près de cent ans, révélé nombre de ses secrets. Au point de faire désormais partie de notre vie quotidienne ou de l'équipement standard des laboratoires : lecteurs laser, microscope à effet tunnel, supraconducteurs... tous relèvent des lois de la physique quantique ! Oui mais voilà : ces dispositifs n'ont de quantique qu'une propriété spécifique de tel ou tel de leurs composants, dans telle ou telle condition d'utilisation. Ainsi, le comportement des photons d'un laser lisant des CD est quantique. Quant à savoir pourquoi le baladeur CD n'est pas lui-même quantique...

Petit retour en arrière. En 1935, le monde est partagé en deux. D'un côté, celui que les illustres Planck, Einstein, De Broglie et autres Heisenberg révolutionnent en écrivant les premières équations de la mécanique quantique. Les particules sont onde et corpuscule, ici et là, au même instant... De l'autre côté, le monde ma-

croscopique, immédiatement sensible, régi par la mécanique classique : des objets bien localisés, des causes, des effets. Deux mondes ? Puisque la nature est une, c'est qu'une frontière les sépare. Laquelle ? Le physicien autrichien Erwin Schrödinger va la désigner par une expérience de pensée. Imaginons un chat placé dans une boîte où se trouve un flacon de poison. L'ouverture du flacon est

commandée par la désintégration d'un atome. D'après la théorie quantique, cette désintégration a une chance sur deux de se produire. Ainsi, tant que l'on n'ouvre pas la boîte pour observer le chat, on peut dire que ce dernier n'est pas dans un état déterminé (il est, virtuellement, à la fois vivant et mort), puisque son état dépend de celui de l'atome, état qui superpose "désintégré" et "intègre". Or, que se passe-t-il si

on ouvre la boîte ? Le chat est soit vivant, soit mort. Comment passe-t-on du chat "quantique" ni mort ni vivant au chat "classique", victime ou rescapé ? Il faut attendre les années 1970 pour que les physiciens Heinz-Dieter Zeh, Wojciech Zurek et Roland Omnès apportent une réponse. Leur hypothèse est la suivante : si, à l'échelle macroscopique, on n'observe plus de superposition quantique, c'est que les fluctua-

< Une question taraude les scientifiques qui étudient le monde quantique : pourquoi, alors que nos particules ont des pouvoirs extraordinaires, ne pouvons-nous pas avoir le don d'ubiquité ou traverser les murs ? Pour résoudre cette énigme, il faudrait pouvoir étudier des systèmes isolés de tout environnement...

tions de l'environnement (la présence de particules, de rayonnements) des objets macroscopiques interagissent avec les particules qui les composent. Interaction qui voilerait les effets de superposition quantique. Une voile baptisée "décohérence". Perturbé par son environnement, un électron est dès lors ici *ou* là, et le chat de Schrödinger, mort *ou* vivant.

SUPERPOSITION D'ÉTATS

Cette proposition étonnante a été vérifiée pour la toute première fois en 1996, lorsque fut observé à l'École normale supérieure (ENS) de Paris un groupe de photons dans une cavité, placés en interaction avec un seul atome. Pendant un temps très court, les photons et l'atome se trouvent dans un état quantique superposé. Puis cette superposition disparaît, brisée par l'interaction entre les photons et les parois de la cavité (l'équivalent de l'ouverture de la boîte). Depuis, d'autres expériences ont été menées aux quatre coins du globe et, à ce jour, aucune n'a contredit le principe de décohérence.

Mieux : nombre d'entre elles ont repoussé la frontière entre monde quantique et monde classique, en manipulant des assemblées toujours plus grandes de particules. En décembre 2005, une équipe américaine a ainsi annoncé avoir mis un groupe de 6 ions de béryllium en état de superposition. Et au labora- →

→ toire de l'ENS de Paris, l'équipe de Serge Haroche parvient à présent à maintenir jusqu'à une dizaine de photons dans une superposition d'états pendant quelques millisecondes. Sans compter que certains petits circuits électriques supraconducteurs, comprenant des millions d'atomes, peuvent même dans certaines conditions être mis en superpositions de deux états... pendant une fraction de microseconde.

REPOUSSER LES LIMITES

Ainsi le comportement quantique se cantonne-t-il à un monde, au mieux, microscopique. Et quand il se manifeste, cela dure un temps trop court pour que nos yeux l'aperçoivent. Sachant ces limites, la question se pose alors de parvenir à les repousser. En théorie, rien ne l'interdit, mais personne aujourd'hui ne sait comment faire.

Reste toutefois une piste : que la théorie de la décohérence ne soit pas la plus à même de tracer la frontière entre monde quantique et monde classique. Une poignée de physiciens l'envisagent, dont Anthony Leggett, prix Nobel de physique en 2003. Selon eux, l'interaction avec l'environnement ne suffit pas à expliquer pourquoi un système conserve ses superpositions d'états, ou bascule du côté classique. Ce qu'il faut, c'est une nouvelle formulation des équations de la physique quantique. Sauf que pour les valider, il faudrait pouvoir effectuer des mesures sur des systèmes parfaitement isolés de tout environnement. Ce qui apparaît impossible. Du coup, la frontière qui nous sépare du monde quantique demeure celle des laboratoires manipulant quelques photons, atomes ou ions... **M.V.**



D'où viennent nos idées ?

Géniales, farfelues, délirantes ou noires... Nos idées jaillissent en permanence. Oui, mais de quelle source ? De nos sensations, répondaient les philosophes sensualistes au XVIII^e siècle, pour qui "penser c'est sentir". Au siècle suivant, les associationnistes vont plus loin : dérivées des sensations, des idées simples se combinent pour élaborer des idées abstraites plus complexes, composant la pensée. "Je vois un cheval : c'est une sensation, disait ainsi le philosophe écossais James Mill. Immédiatement, je pense à son maître : c'est

< Une idée ? Ça peut-être un concept, une théorie scientifique, une plaisanterie... Ce mot fourre-tout, sans lequel nous serions démunis pour exprimer nos réflexions n'a pas de définition circonscrite. La plus englobante revient à considérer les idées comme l'ensemble des représentations mentales, donc le contenu, de la pensée.

une idée. L'idée de son maître me fait penser à sa charge (c'est un ministre d'Etat) : voici une autre idée. L'idée de ministre d'Etat me fait penser aux affaires publiques et me voici engagé dans une série d'idées politiques..."

UN MÉLANGE ALÉATOIRE

Pour la psychologie cognitive contemporaine aussi, nos idées sont le fruit d'un mélange aléatoire de sensations venues de l'extérieur et de "processus cognitifs" internes. "Dans le cerveau, des idées rebondiraient de façon inconsciente. Certains de ces éléments de pensée se combinent alors, comme deux pièces de Lego, pour produire une nouvelle idée", suggère Todd Lubart, spécialiste en psychologie de la créativité. En quoi consiste ce "jeu de Lego" cérébral ? Mystère. Au mieux sait-on que le cortex préfrontal, système intégratif du cerveau,

y joue un rôle de chef d'orchestre. Vers lui convergent les systèmes cérébraux de la vue ou de l'audition, mais aussi des aires impliquées dans la mémoire. Cette connectivité privilégiée lui permettrait d'assurer des fonctions cognitives de haut niveau, telles l'abstraction, la planification ou encore... la pensée créative. Des combinaisons conceptuelles aléatoires seraient produites en permanence dans le cerveau, de façon inconsciente, et le cortex préfrontal aurait pour tâche d'évaluer les idées ainsi générées en les faisant accéder à la conscience. Comment nos milliards de neurones dialoguent-ils ensemble pour générer ces "combinaisons conceptuelles aléatoires" ? Comment sont-elles sélectionnées ? C'est le saut dans l'inconnu... Si nous savons que nous pensons, nous ne savons pas comment nous pensons ! **M.-C.M.**

Quelle est la nature du temps ?

S'il est une métaphore qui résiste au temps, c'est bien celle qui associe le passage du temps à un fleuve. Mais filer la métaphore complique les choses... Car si le temps s'écoule, dans quoi s'écoule-t-il ? A quelle vitesse ? Et quel est son moteur ? Autant d'interrogations auxquelles la physique tente de trouver une réponse, voire simplement un sens. Sans y vraiment parvenir. Parce que, explique Marc Lachièze

Rey, théoricien au CNRS, "la définition du temps échappe encore à la physique. Chaque théorie en a une conception différente, et ces conceptions ne s'accordent pas entre elles".

De fait, la relativité restreinte d'Einstein a balayé le temps absolu de la physique de Newton, s'écoulant uniformément, qui s'accordait le plus avec notre intuition. A la place s'installe l'espace-temps, propre à chaque ob-

servateur, au point que la notion de "maintenant" universel n'a plus de sens.

UN OU PLUSIEURS FUTURS ?

Ici, le temps ne s'écoule plus : passé, présent et futur sont également présents dans l'espace-temps, et c'est l'observateur qui, en se déplaçant dans cet d'univers-bloc, ordonne les événements.

Mais voilà, cette vision est incompatible avec l'autre

grand pilier de la physique : la mécanique quantique. Car celle-ci conserve peu ou prou le temps newtonien : elle envisage qu'une infinité de futurs est possible, dont un seul sera "choisi", en fonction des interactions quantiques entre particules. Or, ces deux théories n'ayant jamais été mises en défaut, comment savoir laquelle donne la meilleure définition du temps ? Aujourd'hui, seules les nouvelles théories physiques qui tentent de réconcilier théories quantique et relativiste apportent l'espoir de résoudre l'énigme. Sachant qu'"elles ont en commun

> D'un côté, l'espace-temps issu de la relativité restreinte d'Einstein ; de l'autre le temps absolu newtonien, adopté par la mécanique quantique... Comment savoir laquelle des deux théories physiques donne la meilleure définition du temps ?

d'aller vers encore plus de disparition du temps au niveau fondamental, précise Marc Lachièze Rey. On imagine trouver quelque chose hors du temps à partir duquel on pourrait rendre compte de l'apparition du temps. Il y a un espoir que d'ici à un siècle, on comprenne mieux ce qu'est le temps". Manière de dire que la science donne du temps au temps... **B.B.**

