

ABONNEZ-VOUS À **POUR LA SCIENCE**



FORMULE
INTÉGRALE
-41%



99€

FORMULE
PASSION
-27%



79€

FORMULE
DÉCOUVERTE
-25%



59€

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

☐ OUI, JE M'ABONNE À **POUR LA SCIENCE** POUR 1 AN,
JE CHOISIS MA FORMULE CI-DESSOUS :

☐ FORMULE **INTÉGRALE**
12 n° de *Pour la Science* + 4 Hors-Séries
+ Accès illimité aux archives en ligne depuis 1996

11A99E

99€
Au lieu de 168,45€*

☐ FORMULE **PASSION**
12 n° de *Pour la Science*
+ 4 Hors-Séries

PIA79E

79€
Au lieu de 108,45€*

☐ FORMULE **DÉCOUVERTE**
12 n° de *Pour la Science*

D1A59E

59€
Au lieu de 78,45€*

J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

• Mon e-mail : (à remplir en majuscule)

@

J'accepte de recevoir les informations de *Pour la Science* ☐ OUI ☐ NON
et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

• Je choisis mon mode de règlement :

☐ Par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ Par carte bancaire

N° _____

Date d'expiration : _____ Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB) : _____

Signature obligatoire

* Par rapport au prix de vente en kiosque, l'accès numérique aux archives. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 30/06/2018 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à *Pour la Science*. Photos non contractuelles.

**LIONEL
NACCACHE**

est coresponsable de l'équipe
PICNIC Lab, à l'Institut du
cerveau et de la moelle
épinière, à Paris



Le concept même de conscience minimale est à revoir



GRÂCE À DE NOUVELLES APPROCHES COMBINANT
NEURO-IMAGERIE ET MATHÉMATIQUES, ON ÉVALUE
DE MIEUX EN MIEUX L'ÉTAT DE CONSCIENCE D'UNE PERSONNE
– SUFFISAMMENT POUR RÉVISER LA CLASSIFICATION
DES ÉTATS DE LA CONSCIENCE.

Les études sur la conscience se sont multipliées ces 30 dernières années. Qu'est-ce qui a déclenché cet engouement ?

L'étude de la conscience a connu des hauts et des bas. À la fin du XIX^e siècle, nombre de savants s'interrogeaient sur notre capacité à percevoir et penser le monde, et différentes tentatives de la scientifier cohabitaient, mais chacune avait des écueils. L'école de psychologie expérimentale dite de l'introspection soutenait que pour savoir comment fonctionne la conscience, il suffisait de sonder soi-même son esprit. Mais l'introspection est souvent erronée et des zones de la subjectivité sont insondables; l'école s'est effondrée. D'autres gens se sont juste intéressés aux comportements. Cette école, le behaviorisme, était à l'inverse trop déconnectée du subjectif. La psychanalyse a aussi émergé, sorte de mouvement purement subjectif ne s'intéressant qu'à ce que les gens racontent sur eux-mêmes. Tous ces écueils ont relégué la conscience dans un placard: puisqu'elle était subjective, elle ne pouvait être un objet de la science.

Les choses ont changé dans les années 1970, quand, lors d'expériences psychologiques, on a commencé non seulement à recueillir le rapport subjectif du sujet, mais à le confronter à l'observation du comportement et de l'activité cérébrale. On s'est ainsi aperçu, par exemple, que des patients ayant une lésion dans le cortex visuel de l'hémisphère gauche, même s'ils disaient ne pas voir un visage qui leur était présenté dans leur champ mort, répondaient correctement à la question: «Le visage est-il effrayant ou non?» lorsqu'on les forçait à donner une réponse (on parle de vision aveugle). La conscience est alors devenue une variable expérimentale que l'on pouvait croiser avec des données comportementales ou d'imagerie.

Plusieurs théories de la conscience ont alors émergé. Quelles sont-elles ?

Parmi les principales théories, il y a celle de Giulio Tononi, de l'université du Wisconsin, à Madison, souvent vue comme une très belle mathématisation, mais aussi parfois comme un peu spéculative, les conditions de calculabilité du paramètre qu'elle produit étant souvent impossibles à déterminer dans un vrai cerveau. Cette théorie formalise la conscience en termes de traitement de l'information, notamment en considérant deux paramètres, l'intégration et la différenciation: un cerveau conscient doit être capable d'intégrer de grandes quantités d'informations, c'est-à-dire de mettre en relation des opérations de domaines différents, et en même temps de différencier des états, par exemple de distinguer un visage entre mille. Cette théorie est intéressante, mais je trouve qu'elle n'est pas assez imprégnée d'une psychologie de la conscience et assez décorrélée du fonctionnement du cerveau.

Bien sûr, l'équipe de Giulio Tononi essaye de la reconnecter au cerveau. Le travail de Marcello

Massimini, commencé dans son laboratoire, illustre cette entreprise avec succès (voir l'article page 26). Et les résultats obtenus rejoignent ce que notre laboratoire et d'autres ont publié avec des méthodes différentes. Une idée clé est qu'il n'y a pas une région du cerveau dédiée à la conscience. En revanche, plusieurs études ont montré qu'il est possible d'activer chaque région du cortex de manière inconsciente, par exemple avec des images subliminales: un mot active telle région, un nombre telle autre, etc. La signature de la conscience semble être l'existence d'un mode de communication entre les régions.

La théorie que nous avons développée avec Stanislas Dehaene, directeur du Laboratoire de neuro-imagerie cognitive à NeuroSpin au CEA (Saclay), et nos collègues a l'avantage d'être très proche de son objet, à la fois psychologique et cérébral. Dans les années 1990, le psychologue Bernard Baars, à l'Institut des neurosciences de La Jolla, en Californie, avait proposé un modèle purement psychologique de la conscience, nommé l'espace de travail global. Initialement, Stanislas avait commencé à travailler avec Jean-Pierre Changeux à un modèle inspiré de celui de Bernard Baars, mais avec un substrat neuronal, en s'intéressant à l'effort mental. Quand j'ai rejoint Stanislas durant ma thèse, nous avons croisé ces éléments et proposé un modèle neuronal des idées de Bernard Baars.

En quoi consiste cet espace de travail neuronal ?

Ce modèle est fondé sur l'idée qu'il existerait deux architectures cérébrales dans le cerveau. La première serait constituée de systèmes indépendants les uns des autres et donc capables de fonctionner en parallèle. Cela expliquerait que des centaines de processus différents aient lieu dans notre cerveau en permanence, reposant sur des réseaux neuronaux qui fonctionnent en parallèle parce qu'ils ne sont pas massivement interconnectés. Ce premier espace est dit modulaire.

La seconde architecture serait un système non modulaire qui briserait la modularité: imaginez un réseau de nombreux neurones très interconnectés. À chaque instant, un tel réseau ne peut loger qu'une représentation. Ce système serait le réseau de la conscience. On a beaucoup appris sur la conscience depuis un siècle, notamment qu'on ne peut avoir conscience de plusieurs choses en même temps. L'espace non modulaire reflète bien cette idée: à un moment, l'espace global saisit une scène. Mais parallèlement, de nombreuses informations sont traitées inconsciemment et indépendamment. Chacun des constituants de ce réseau global est dans les régions plutôt associatives du cortex, celles qui, comme les cortex préfrontal et pariétal, communiquent avec les autres régions corticales. Il faut imaginer ce réseau comme un filtre présent un peu partout, mais avec une densité particulière. Chaque bout de ce réseau peut fonctionner ➤