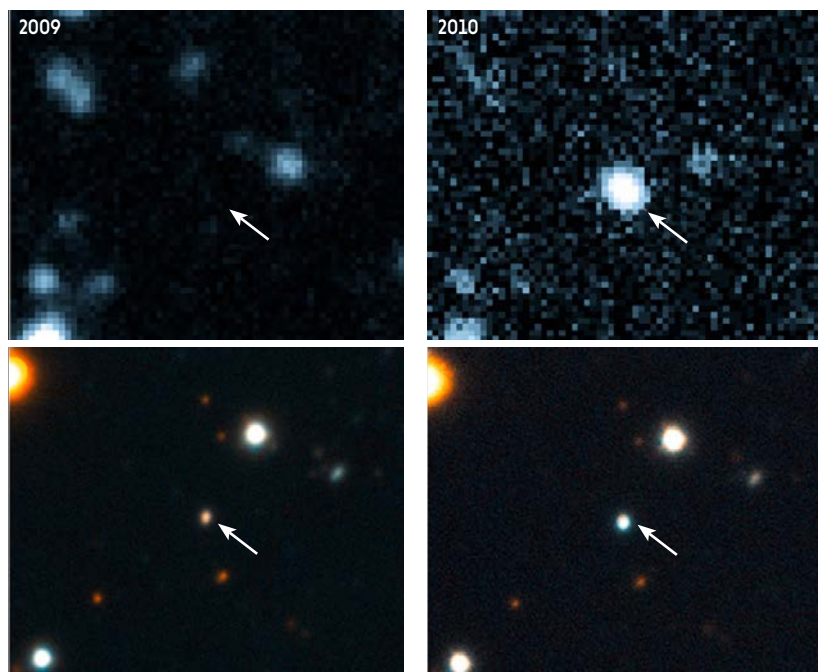




L'événement PS1-10jh correspondrait à la dislocation d'une étoile par le trou noir supermassif au centre d'une galaxie. Il a été observé par les programmes d'observation *Galex* (en haut, en ultraviolet) et *Pan-STARRS* (en bas, dans les domaines visible et infrarouge). Les images à gauche sont prises en 2009 avant l'événement, celles de droite en 2010, tandis que le trou noir avalait l'étoile.

rafales relativistes, et la plupart de ceux qui le font passent hors de notre ligne de visée.

Avec la détection de Swift J1644+57, l'équipe de *Swift* a entamé une recherche concertée d'autres événements du même type. Début 2017, deux nouveaux TDE émetteurs de jets de rayons gamma ont été trouvés. La découverte de ces aspects si rares et intenses du trépas d'une étoile offre aux chercheurs l'occasion unique d'étudier un sujet important de l'astrophysique des hautes énergies : la formation de jets de particules relativistes et leurs propriétés.

MORTS PLANÉTAIRES

Que ce soit par les émissions thermiques des disques d'accrétion de débris stellaires ou bien à travers les rayons gamma qui se déversent des jets relativistes d'un trou noir en train d'avalir une étoile, les TDE ouvrent une nouvelle fenêtre pour comprendre le comportement et l'évolution des trous noirs supermassifs.

Un aspect essentiel des TDE est sa durée. Les quasars présentent aussi des jets et des disques d'accrétion, mais ils sont plus larges et durables, car produits par d'immenses nuages de gaz tombant sur un trou noir supermassif, et il n'est pas possible d'en étudier le cycle complet. À l'inverse, les astronomes ont déjà trouvé et étudié du début à la fin une vingtaine de TDE. Cela leur permet de scruter les plus petits détails de ces catastrophes stellaires et de révéler certaines surprises qu'il reste à comprendre ou des choses que l'on pensait impossible à observer. Par exemple, en mesurant avec précision l'éclat fluctuant des TDE, les astronomes obtiennent non

seulement des renseignements précieux sur les trous noirs, mais également des détails sur la composition et la structure interne des étoiles qui sont déchiquetées à plusieurs milliards d'années-lumière de nous.

Les chercheurs espèrent même un jour parvenir à obtenir des informations sur les compagnons d'une étoile – ses planètes, elles aussi englouties par le trou noir. Chaque scintillement en provenance d'une galaxie lointaine pourrait marquer la mort d'une planète entière. Les relevés des étoiles de la Voie lactée ont montré qu'elles hébergent presque toutes des planètes ; des planètes accompagnent donc probablement la plupart, sinon toutes, les étoiles victimes de TDE.

Et si les planètes n'étaient pas directement consommées, elles pourraient se retrouver sur la trajectoire des jets relativistes transitoires produits par certains TDE, qui s'étendent sur plusieurs années-lumière au-delà du trou noir. L'éventuelle vie sur une telle planète, frappée par un faisceau de particules énergétiques, serait rapidement anéantie. Un jour peut-être, les astronomes verront un TDE dans notre propre jardin cosmique, si jamais une étoile perdue vient à être consommée par le trou noir de 4 millions de masses solaires qui se tapit au centre de la Voie lactée, où il sommeille en raison de la raréfaction du gaz. L'événement serait très brillant, mais sans risque puisque nous sommes trop loin du centre galactique pour que les effets les plus dangereux du TDE nous atteignent sur Terre.

L'avènement de relevés du ciel encore plus performants annonce une nouvelle ère de découvertes pour les TDE. Le *LSST* (*Large Synoptic Survey Telescope*, grand télescope d'étude synoptique), en cours de construction au Chili, couvrira 10 degrés carrés du ciel et mettra au jour à lui seul des milliers de ces explosions dans la décennie qui suivra sa mise en service. À certains égards, le plus grand défi sera de passer au crible la multitude de découvertes de sources transitoires. Des projets d'observatoires radio, tels que le *SKA* (*Square Kilometer Array*, réseau de un kilomètre carré), en cours de construction en Australie et en Afrique du Sud, sont particulièrement adaptés à l'identification de jets relativistes, même si ces derniers ne pointent pas directement le long de notre ligne de visée.

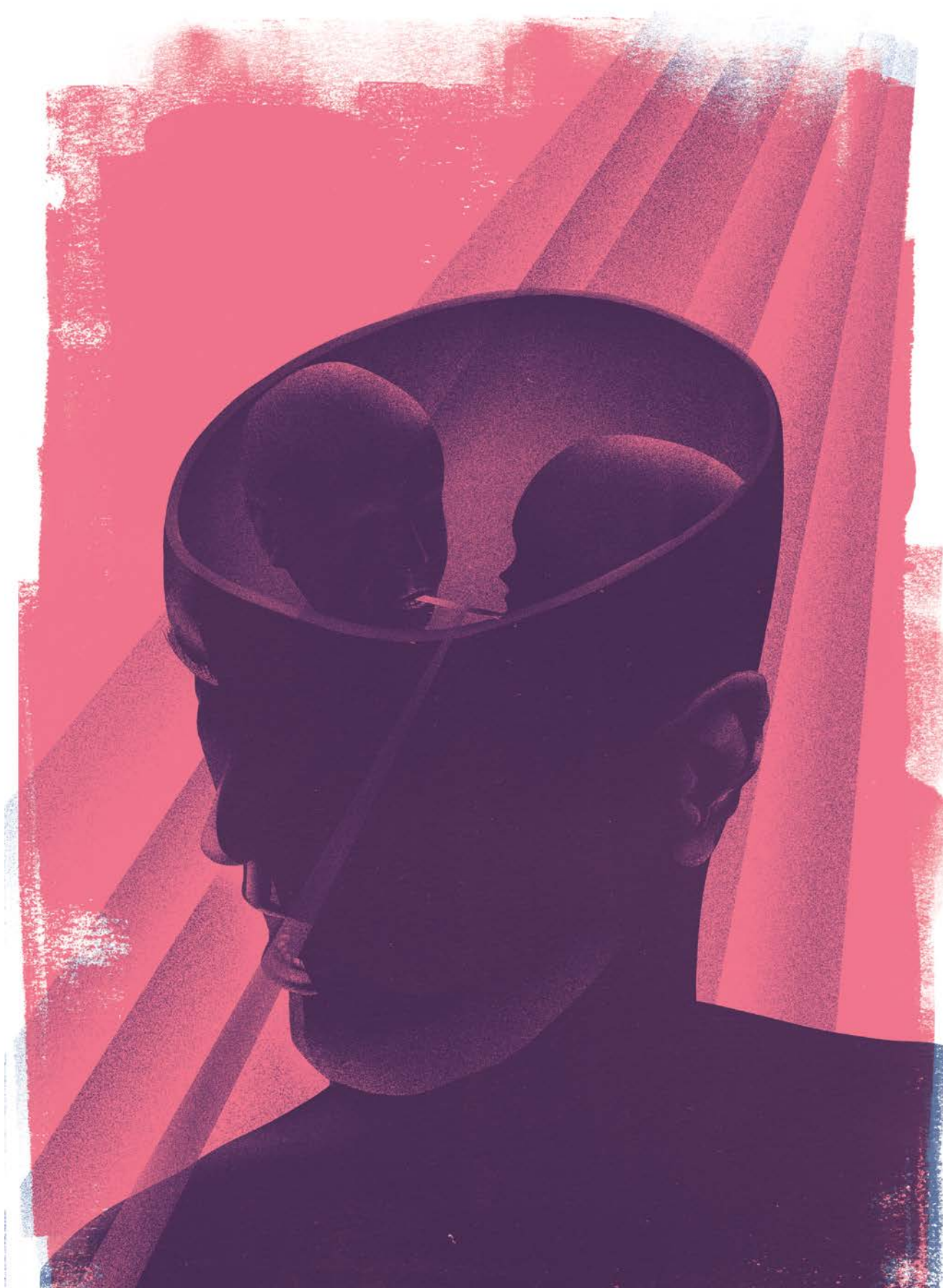
Dans un avenir assez proche, les astronomes auront assemblé un catalogue de TDE répertoriant des milliers d'événements, plus qu'un seul homme pourrait étudier en une vie entière. Il en résultera un éclairage nouveau sur la masse et le comportement de ces monstres affamés que sont les trous noirs supermassifs, tapis au cœur des galaxies partout dans l'Univers. ■

BIBLIOGRAPHIE

S. Gezari et al., **PS1-10jh continues to follow the fallback accretion rate of a tidally disrupted star**, *Astrophysical Journal Letters*, vol. 815(1), L5, 2015.

S. Gezari et al., **An ultraviolet-optical flare from the tidal disruption of a helium-rich stellar core**, *Nature*, vol. 485, pp. 217-220, 2012.

J. S. Bloom et al., **A possible relativistic jetted outburst from a massive black hole fed by a tidally disrupted star**, *Science*, vol. 333, pp. 203-206, 2011.



L'ESSENTIEL

> Pour la plupart d'entre nous, il est habituel de parler dans sa tête. Les psychologues nomment discours ou langage intérieur ce phénomène.

> La conversation avec soi-même a notamment pour fonction de nous aider à planifier, à réguler nos émotions et à être créatif. Mais elle a été peu étudiée.

> Récemment, en partie grâce à des techniques d'imagerie du cerveau en activité, des découvertes notables ont été réalisées.

> Ces travaux révèlent des fondements neuronaux de ces conversations mentales et mettent en lumière certains aspects du fonctionnement de l'esprit.

L'AUTEUR



CHARLES FERNYHOUGH
professeur de psychologie
à l'université de Durham,
en Angleterre

Le discours intérieur, une fenêtre sur l'esprit

CONVERSER MENTALEMENT AVEC SOI-MÊME
FAIT PARTIE DU QUOTIDIEN DE CHAQUE INDIVIDU.
QUEL EST LE RÔLE DE CE LANGAGE INTÉRIEUR
ET QUELLES SONT SES CARACTÉRISTIQUES ?
L'IMAGERIE DU CERVEAU EN ACTIVITÉ APPORTE
UN ÉCLAIRAGE SUR CES QUESTIONS.

La sonnerie du réveil m'arracha à mon sommeil. Il était tôt. J'étais dans une chambre d'hôtel, à Londres, pas très loin du siège de la BBC. J'avais mal dormi. Quand je me suis regardé dans le miroir de la salle de bain, j'y ai aperçu un être pâle et légèrement apeuré. J'étais un peu nerveux et c'était bien normal. Dans l'heure qui allait suivre, j'allais m'adresser en direct à la radio à des millions d'auditeurs dans l'émission phare de la BBC, *Start the Week*. Soudain, le regard plongé dans le miroir, je me rendis compte que je parlais silencieusement dans ma tête. Les paroles que je m'adressais me rassuraient : « Détends-toi, ce n'est pas la première fois que tu participes à cette émission. » Certes, j'avais l'impression de me parler à moi-même, mais j'entendais aussi une petite voix interne et familière.

Nous vivons tous cette situation au quotidien : des pensées, des images et des sensations nous traversent l'esprit quand nous sommes dans notre bain, en train d'émincer des oignons ou d'attendre l'ascenseur. Quand on leur demande de décrire ce qui se passe dans leur

tête, les gens disent souvent que leur vie intérieure est peuplée d'une multitude de mots. Les psychologues utilisent les termes de discours ou langage intérieur pour décrire ce phénomène.

Le « discours privé », consistant à se parler à soi-même de manière audible, est son cousin. Si vous vous dites : « N'oublie pas d'acheter du café », ou : « Concentre-toi sur ton objectif » sans émettre un son, alors vous utilisez le discours intérieur. Si vous dites à peu près la même chose à voix haute, il s'agit de discours privé.

Ces deux formes d'expression semblent avoir plusieurs objectifs, dont ceux de planifier et contrôler notre comportement. Elles ont aussi pour fonction de réguler nos émotions et d'encourager notre créativité. Chez l'adulte, le discours intérieur tend à être plus fréquent que le discours privé ; il intéresse tout particulièrement les psychologues, car c'est sans doute la forme de langage qui occupe la plus grande place dans notre pensée. C'est probablement aussi la plus difficile à étudier.

Quand j'ai entamé mes travaux de recherche dans les années 1990, il n'existait pratiquement aucune littérature scientifique sur le sujet. Depuis deux ou trois décennies, la situation a >

> beaucoup changé, notamment parce que les chercheurs ont mis au point de nouvelles techniques expérimentales pour étudier le discours intérieur. Nous avons maintenant une idée plus précise de la façon dont il fonctionne et de ses différentes formes. De même, nous savons mieux en quoi il peut être bénéfique ou nuire à celui qui pense et raisonne. En fait, nous commençons à prendre conscience que l'existence du discours intérieur permet de répondre à certaines grandes questions relatives à l'intellect et au cerveau.

LE DISCOURS PRIVÉ ET LE DISCOURS INTÉRIEUR

Henri est allongé sur son tapis de jeu, un petit train dans chaque main, s'extasiant devant la ville imaginaire qu'il s'apprête à construire. «D'abord, les voitures. Et puis un grand train», se dit-il. Henri a trois ans. Entrez dans n'importe quelle crèche ou école maternelle, n'importe où dans le monde, et vous verrez (et entendrez) quelque chose de similaire. Une classe entière d'enfants pensant tout haut, c'est même assez bruyant. Or ce phénomène naturel qu'est le discours privé fournit des éléments significatifs sur les zones de notre cerveau d'où proviennent ces mots.

Les spécialistes se penchent depuis longtemps sur le discours privé des jeunes enfants. Dans les années 1920, Jean Piaget, psychologue suisse spécialiste du développement cognitif, avançait que ce type de monologue reflétait l'incapacité des jeunes enfants à prendre en compte le point de vue des autres et à adapter leur discours à ceux qui les écoutent. Dans cette optique, le discours privé résulterait d'une incapacité à communiquer avec autrui. C'est pourquoi on pensait que ce type de discours était abandonné au fur et à mesure que l'enfant grandissait et devenait plus apte à prendre en compte le point de vue de ses interlocuteurs.

Dans les années 1930, un psychologue russe du nom de Lev Vygotski émit une autre hypothèse, selon laquelle les enfants réutilisent délibérément des termes qu'ils ont déjà réussi à employer dans le cadre d'une interaction sociale avec d'autres personnes. Au lieu d'influer sur le comportement d'autrui, ils s'en serviraient pour se contrôler eux-mêmes. Au cours des récentes décennies, les recherches sont venues étayer la théorie de Vygotski sur la façon dont le discours intérieur se développe et acquiert peu à peu ses fonctions.

J'ai découvert les écrits de Vygotski sur la psychologie du développement quand j'étais étudiant, et je me souviens d'avoir été frappé par la simplicité de son idée. J'avais alors le sentiment que la théorie du développement de la pensée verbale devait être autrement compliquée. Mais bien que l'idée de base ait été claire, ses ramifications se révélaient assez complexes. Vygotski sous-entendait que le monologue

silencieux, dans lequel on s'engage lorsqu'on est adulte, est une version intériorisée des conversations que nous avons avec les autres lorsque nous sommes des enfants en plein développement. Près d'un siècle plus tard, moi-même et d'autres spécialistes du langage intérieur ne faisons que commencer à décortiquer ce que les intuitions et réflexions de Vygotski apportent à la compréhension du fonctionnement des mots dans notre pensée.

L'une des implications les plus importantes de la théorie de Vygotski est que le discours intérieur aurait la même structure que la conversation à voix haute: c'est-à-dire la qualité d'un dialogue entre différents points de vue. Cette conception de la pensée vue comme un dialogue intérieur n'est pas nouvelle – elle remonte au moins jusqu'à Platon –, mais elle est fascinante



Dans les années 1930, Lev Vygotski avance des idées différentes de celles de Jean Piaget sur le discours intérieur



car elle permet précisément de redéfinir certains mystères de la cognition humaine.

L'un d'entre eux a trait au contrôle: comment se fait-il qu'un système intelligent puisse trouver, et mettre en œuvre, de nouvelles idées sur la manière d'agir? Un robot peut être tout à fait capable de réagir à ce qui survient dans son environnement, mais qu'est-ce qui pourrait bien lui donner l'idée de faire quelque chose pour lui-même? Si le système a besoin qu'on lui dise quoi faire, alors il lui manque l'une des essences de l'intelligence.

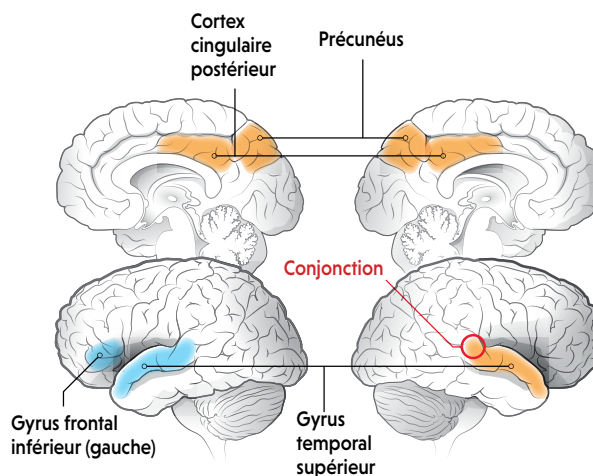
Ce qui m'intéressait au plus haut point dans le dialogue, c'est que, par sa nature même, il permet l'autorégulation. Lorsque vous conversez avec quelqu'un, il n'y a pas de tierce personne maniant une baguette de chef d'orchestre pour vous indiquer quel tour doit prendre la conversation. Vous et votre interlocuteur la gérez vous-mêmes à travers le processus normal du questionnement, de la réponse, de la contestation, de l'accord, et ainsi de suite. Comprendre le monologue en ces termes

LES AIRES ACTIVÉES LORS D'UN DISCOURS INTÉRIEUR

L'imagerie de l'activité du cerveau d'une personne en train de converser mentalement avec elle-même révèle d'intéressantes différences entre dialogue intérieur et monologue intérieur. L'interprétation de ces études de neuro-imagerie invite cependant à une certaine prudence, car la façon dont l'étude est menée peut avoir une influence sur les résultats : les régions du cerveau activées pendant un discours intérieur apparu spontanément ne sont pas identiques à celles qui sont activées lorsque le discours intérieur est produit sur demande.

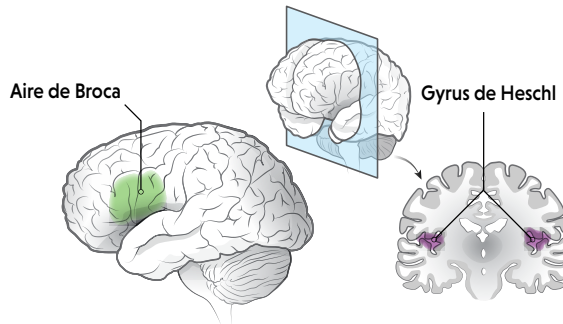
MONOLOGUE / DIALOGUE

Les études d'IRM fonctionnelle indiquent que le monologue intérieur fait appel au système de langage standard activé au cours de la production de tout type de parole (*en bleu*). Le dialogue intérieur, quant à lui, fait appel, en plus, à un certain nombre d'autres régions neuronales (*en orange*). Étrangement, les aires cérébrales qui semblent spécifiquement impliquées dans le dialogue interne empiètent sur une région (*en rouge*) que l'on sait associée à la réflexion sur l'état d'esprit d'autres personnes.



IMPOSÉ / SPONTANÉ

Lors d'une autre étude par IRM fonctionnelle, chez les participants à qui l'on avait demandé de se dire une série de mots particuliers, on décelait une activité au niveau de l'aire de Broca, l'une des principales zones du cerveau responsables de la production du langage (*en vert*). En revanche, le discours intérieur spontané était associé à une activité dans des régions plus postérieures, dans les lobes temporaux (*en mauve*).



permettait d'envisager la possibilité d'expliquer comment la pensée humaine peut être ouverte et illimitée – pas toujours dirigée vers un objectif particulier – et intrinsèquement flexible.

Pour dialoguer, il nous faut toutefois être capables de nous représenter le point de vue de notre interlocuteur. Selon Jean Piaget, c'est l'incapacité à saisir ce point de vue qui explique le discours privé chez l'enfant. Souvent, nous ne savons pas à l'avance ce que l'autre pense, mais une fois que nous y parvenons, il nous faut être capable de nous en souvenir et d'actualiser la représentation du point de vue de notre interlocuteur au fil de la conversation.

Aujourd'hui, les scientifiques connaissent un peu mieux les bases neurales de cette capacité à prendre en compte le point de vue de l'autre, grâce notamment à des études menées en utilisant l'IRM fonctionnelle et d'autres

techniques d'imagerie médicale permettant de révéler les régions du cerveau qui accomplissent une tâche donnée.

Forts de ces observations, mes collaborateurs et moi avons mis à l'épreuve une nouvelle hypothèse sur la façon dont surviennent les dialogues mentaux, qui recruteraient les mêmes parties du cerveau que celles mobilisées dans la prise en compte du point de vue des autres.

Au cours d'une expérience menée par mon collègue Ben Alderson-Day, de l'université de Durham, en Angleterre, les participants ont produit deux sortes de discours intérieur alors qu'ils étaient soumis à un scanner cérébral par IRM fonctionnelle. Nous avons demandé aux volontaires de générer un discours intérieur ayant la structure d'un monologue; autrement dit, un discours qui n'implique pas un échange entre différents points de vue. Nous leur avons aussi >

> demandé de mener intérieurement une conversation entre deux points de vue. Dans les deux cas, nous avons proposé un thème, par exemple une visite du participant de son ancienne école. En ce qui concernait le monologue, les participants devaient prononcer un discours devant des élèves. Pour le dialogue, ils devaient discuter avec l'ancien principal de leur collège.

DES DIFFÉRENCES ENTRE MONOLOGUE ET DIALOGUE

Nous prédisions que ces deux types de discours intérieur feraient appel aux systèmes de langage classiques qui s'activent quand on demande à des personnes de parler: en particulier, les aires cérébrales situées à la frontière entre les lobes frontal et temporal de l'hémisphère gauche du cerveau et une zone située davantage à l'arrière, au niveau du gyrus temporal supérieur. En outre, nous pensions que le discours intérieur, lui, présenterait des spécificités en ce sens qu'il solliciterait aussi des parties du cerveau connues pour être impliquées dans la prise en considération de ce que pensent les autres. Ces régions du cerveau soutiennent ce qu'on appelle notre système de cognition sociale. Celui-ci fonctionne pour nous aider à nous représenter ce que pensent, croient ou désirent les autres personnes.

Les résultats obtenus étaient en accord avec ces prédictions. Lorsque les participants étaient

engagés dans un dialogue intérieur, le réseau de langage semblait fonctionner conjointement avec une partie du système de cognition sociale, située dans l'hémisphère droit, près de la jonction entre le lobe temporal et le lobe pariétal. Ce schéma n'apparaissait pas quand les participants produisaient un monologue silencieux. Bien qu'il soit nécessaire de reproduire ces résultats pour les confirmer, ces données fournissent les indices préliminaires d'une collaboration, recouvrant les deux hémisphères cérébraux, entre deux systèmes dont on suppose généralement qu'ils ont des fonctions différentes. Ce lien neuronal entre le langage et la cognition sociale semble corroborer les intuitions de Lev Vygotski selon lesquelles, lorsque les gens se parlent à eux-mêmes, ils s'engagent dans une véritable conversation.

L'interprétation des données obtenues par neuro-imagerie exige de la prudence, notamment quand elles viennent, comme c'est ici le cas, contredire ce qui était admis jusque-là. Dans la plupart des études précédentes, on avait simplement demandé aux participants de se répéter, silencieusement, dans leur tête, un certain nombre de phrases, sous la forme d'un monologue intérieur, comme on le fait au supermarché quand on essaie de se souvenir des derniers articles inscrits sur la liste des courses. C'est extrêmement utile lorsque la situation l'exige, mais très loin des dialogues



x = independently organized TED event

@CentraleSupélec
30 NOVEMBRE 2017
> à 17h00

- PRÉSENTE -

AU SERVICE DU VIVANT

BIG DATA

ALGORITHMES

BLOCKCHAINS

GÉNÉTIQUE

**Serons-nous capables de mettre en oeuvre la recherche
et l'innovation au service de la vie ?**

www.tedxsaclay.com























flexibles et créatifs qui surviennent intérieurement lorsque nous nous imaginons participer mentalement à un échange social.

Notre équipe a mis l'accent sur les propriétés conversationnelles du discours intérieur, même si ce que nous demandions aux participants restait, somme toute, assez peu naturel: se parler à soi sur demande et non pas attendre que le discours intérieur surgisse spontanément. Le problème est que les chercheurs en neurosciences cognitives ont besoin de contrôler les choses pour comprendre ce que signifient réellement les résultats d'une expérience. Attendre que le discours intérieur apparaisse de manière spontanée semble aller à l'encontre de l'idée qu'on se fait d'une méthode expérimentale rigoureuse.

Il nous faut trouver des moyens de capter le discours intérieur au moment où il se produit. Notre équipe a récemment fait un pas dans cette direction en utilisant une méthode élaborée, nommée sondage descriptif de l'expérience subjective, qui permet de recueillir la description que les gens font de leur expérience intérieure. En quoi consiste-t-elle?

Les participants sont entraînés à rendre compte de ce qu'ils expérimentent en eux-mêmes au moment où un signal sonore se déclenche. Ce procédé incite le sujet à se concentrer sur ce qu'il était en train de penser, ressentir, entendre, etc., juste avant que le signal sonne, et à prendre brièvement en note ces expériences au moment où elles surviennent. Le jour suivant, les volontaires sont interrogés en détail sur chacune de ces expériences captées au moment du déclenchement du signal sonore, de telle façon que les chercheurs puissent savoir s'il s'agit de parole intérieure, d'expérience sensorielle ou de l'un des autres phénomènes intérieurs répertoriés.

Mes collègues et moi avons réalisé une première en associant cette méthode performante à l'imagerie cérébrale par IRM fonctionnelle. Nous avons ainsi mené l'expérience classique sur la parole intérieure en demandant à chaque participant de prononcer dans sa tête, en silence, des mots particuliers, alors qu'il était allongé dans le tunnel de l'appareil d'IRM. Nous avons aussi utilisé la méthode du sondage descriptif de l'expérience subjective pour capter les moments de discours intérieur survenant spontanément. Nous avons sélectionné ceux pour lesquels nous étions quasiment certains qu'il s'agissait de parole intérieure, en nous fondant sur les entretiens que nous avons eus avec les volontaires, et nous avons comparé les activations cérébrales avec celles obtenues avec la tâche standard.

Les différences étaient frappantes. Alors que la méthode habituelle stimulait l'aire de Broca (partie du cerveau souvent impliquée dans la production de parole interne et externe), le discours intérieur spontané était associé à des régions activées plus à l'arrière, au niveau du

lobe temporal, dans le gyrus de Heschl. En termes de configuration de l'activation cérébrale, il y a un assez grand contraste entre le discours intérieur survenant de manière naturelle et celui qui a été provoqué sur demande.

Ces découvertes ont de vastes répercussions sur les méthodes d'investigation de l'expérience intérieure. Elles soulèvent des questions fondamentales sur la façon dont les chercheurs abordent l'étude du discours intérieur et sur ce que l'on peut supposer à propos de *tout* type d'expérience mentale susceptible d'être provoquée sur demande. Elles mettent en évidence le besoin de ce que j'appellerais une *slow neuroscience*: mettre les techniques neuroscientifiques au service de descriptions très minutieuses de l'expérience humaine.

Il existe d'autres raisons de prendre soin de bien décrire le discours intérieur sous toutes ses formes. Selon la théorie de Vygotski, le dialogue et le monologue ne sont pas les seules variables de cette conversation que l'on a avec soi-même. L'une des caractéristiques de son hypothèse réside dans l'idée que, le langage devenant intériorisé pour constituer un discours privé puis intérieur, sa forme change.

LE DISCOURS INTÉRIEUR TEND À ÊTRE CONDENSÉ

Vygotski voyait plusieurs façons dont cela pouvait se traduire, notamment par différents types d'expressions abrégées ou condensées. Quand j'étais anxieux dans ma chambre d'hôtel londonienne, je me suis surpris à prononcer toute une phrase qui m'était totalement adressée: «Ce n'est pas la première fois que tu participes à cette émission.» D'habitude, le langage que j'utilise pour me parler à moi-même est beaucoup plus dépouillé. Quand je cuisine, par exemple, si j'entends un son strident je peux me dire: «C'est la minuterie du four qui sonne.» Mais il est beaucoup plus probable que je m'écrie: «Le minuteur!»

Vygotski a noté que le discours intérieur et le discours privé étaient souvent abrégés, comparés aux paroles que l'on prononce quand on s'adresse à autrui. Quand on se parle à soi-même, il est en général inutile de composer des phrases complètes. L'écrivain Vladimir Nabokov avait remarqué combien notre pensée peut prendre une forme condensée, comparé à ce que nous pourrions exprimer à haute voix. «Nous ne pensons pas en mots, mais en ombres de mots», avait-il écrit dans ses notes prises pour son roman *Feu pâle*, d'après un entretien qu'il a accordé en 1964.

Bizarrement, jusqu'à une époque récente, personne n'avait exploré cet aspect du langage interne. Simon McCarthy-Jones, actuellement au Trinity College de Dublin, et moi avons mis en ligne un questionnaire pour interroger les gens sur les différents aspects du discours ➤

> intérieur. Notre équipe a aussi utilisé une application sur smartphone pour réunir ce type de données pendant que les gens vaquent à leurs occupations quotidiennes.

Les résultats de cette étude initiale, publiés en 2011, attribuent quatre principales caractéristiques au discours intérieur : sa nature dialogique, sa tendance à être condensé, la possibilité qu'il inclue la voix d'autres personnes, et son rôle dans l'évaluation et la motivation de notre comportement. Seule une minorité de gens ont indiqué que leur discours intérieur avait tendance à être condensé, mais cette caractéristique est suffisamment courante pour justifier des investigations supplémentaires.

Surtout, ces travaux de recherche fondés sur des questionnaires confirment l'idée que le discours intérieur n'est pas uniforme. Il semble apparaître sous divers aspects pouvant s'adapter à diverses fonctions et qui ont probablement différents substrats neuronaux. À l'avenir, il sera fondamental d'essayer de comprendre si le cerveau traite de la même manière le discours intérieur condensé et sa forme extensive, développée. Pour ce faire, il faut soit trouver le moyen de susciter expérimentalement le discours intérieur dans sa forme condensée lors d'un examen par imagerie cérébrale, soit tenter de le capter quand il surgit naturellement. Le discours intérieur reste un sujet de recherche assez insaisissable.

LA CLÉ DE LA CRÉATIVITÉ

L'étude du discours intérieur a fait de grandes avancées depuis les années 1990. L'une des facettes de la vie mentale, que la science avait tendance à considérer comme impénétrable, a pu être explorée grâce aux nouvelles méthodes expérimentales et techniques neuroscientifiques. En l'occurrence, cet aspect intime de la conscience pourrait offrir un éclairage sur certaines caractéristiques de l'esprit humain.

Pour commencer, le discours intérieur peut fournir des indices sur l'origine de la créativité humaine. Lorsqu'on est doté de l'architecture permettant de mener à bien une conversation interne, on peut l'utiliser de toutes sortes de manières, pour discuter avec soi-même ou mener une conversation avec une entité non présente. Parce que nous avons intériorisé les dialogues que nous avons eus avec certaines personnes, nous pouvons envisager de nous entretenir avec d'autres interlocuteurs, qu'ils soient présents ou non, vivants ou non, réels ou inventés. Mes dialogues avec Dieu, un parent décédé ou un ami imaginaire peuvent être aussi riches et créatifs que ceux que j'ai avec moi-même. Se poser des questions puis y répondre peut se révéler un dispositif crucial pour pousser nos pensées vers de nouveaux territoires.

Une autre expérience familière liée au discours intérieur se produit lorsque nous lisons un roman. Les neuroscientifiques ont montré que

lire le discours d'un personnage de fiction active les mêmes zones du cerveau que celles mises en œuvre pour traiter la voix d'autres personnes. Dans un sondage en ligne, notre équipe a récemment interrogé un vaste échantillon de lecteurs assidus sur les «voix» qu'ils entendaient quand ils lisaient un livre. À peu près un sur sept a répondu que la voix des personnages de son roman résonnait dans sa tête de façon aussi vivante que si quelqu'un parlait réellement dans la même pièce que lui.

Des participants nous ont donné de plus amples détails sur l'expérience qu'ils avaient des voix des héros peuplant leurs lectures. À l'aide d'outils d'analyse narrative utilisés en recherches et études littéraires, nous avons examiné leurs descriptions afin d'obtenir davantage d'indices sur la façon dont la littérature avait le pouvoir de coloniser nos pensées. Chez certains, la voix des personnages de fiction continue de résonner en eux bien après qu'ils ont refermé leur livre. Quelques-uns, même, vivent avec leurs personnages. Par exemple, ils aiment observer ce qui se passe dans leur vie quotidienne à travers les yeux de Mrs Dalloway (l'héroïne du roman éponyme de Virginia Woolf). Ces observations nous fournissent des indices essentiels sur la façon dont notre mental représente la voix et le caractère des êtres sociaux que nous côtoyons.

La nouvelle science du discours intérieur nous dit qu'il est tout sauf un processus solitaire. Sa puissance vient en grande partie de la façon dont il orchestre le dialogue entre différents points de vue. Comme la collaboration que mes collègues et moi avons perçue entre la fonction du langage située dans l'hémisphère gauche et le réseau de cognition sociale de l'hémisphère droit, le discours intérieur doit être capable de se connecter aux autres systèmes neuraux selon les besoins de la situation – lorsque nous pensons verbalement au passé et à l'avenir, quand nous utilisons des mots pour nous encourager à accomplir certaines tâches ardues, ou quand, tout simplement, notre esprit vagabonde, sans objectif particulier. L'étude de la pensée verbale devrait nous aider à élucider toutes ces caractéristiques de notre cognition.

Le discours intérieur est, somme toute, si banal qu'il a été, jusqu'ici, l'objet de bien peu d'attention de la part des scientifiques. Néanmoins, la prochaine fois que vous vous motiverez verbalement pour relever un défi ou faire face à une difficulté, que vous vous surprenez à vous adresser à vous-mêmes en plein dilemme, que vous vous réprimandez après avoir commis une bêtise, ou que vous planifierez votre soirée en vous parlant à voix haute, interrogez-vous sur ce petit prodige de votre vie intime et sur les mots que vous vous dites. Dans la vie de tous les jours, comme au sein d'un laboratoire, les voix du discours intérieur ont beaucoup à nous apprendre. ■

BIBLIOGRAPHIE

B. Alderson-Day et al., **Uncharted features and dynamics of reading : Voices, characters, and crossing of experiences**, *Consciousness and Cognition*, vol. 49, pp. 98-109, 2017.

M. Perrone-Bertolotti et al., **Langage intérieur**, dans S. Pinto & M. Sato (éds.), *Traité de neurolinguistique*, De Boeck Supérieur, pp. 109-123, 2016.

B. Alderson-Day et al., **The brain's conversation with itself : Neural substrates of dialogic inner speech**, *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, vol. 11(1), pp. 110-120, 2016.

S. Kühn et al., **Inner experience in the scanner : Can high fidelity apprehensions of inner experience be integrated with fMRI ?**, *Frontiers in Psychology*, vol. 5, article 1393, 2014.

ABONNEZ-VOUS À **POUR LA SCIENCE** EN TOUTE LIBERTÉ

OFFRE
SPÉCIALE
NOËL

FORMULE
INTÉGRALE
-46%



FORMULE
PASSION
-34%



FORMULE
DÉCOUVERTE
-33%



8,20€*

6,50€*

4,90€*

EN CADEAU AVEC VOTRE ABONNEMENT LE LIVRE "RELATIVITÉ ET QUANTA : UNE NOUVELLE RÉVOLUTION SCIENTIFIQUE..."

LHC, particules, trous noirs, cosmologie... Enfin un point clair et concis sur la dernière révolution scientifique !

Ces trois dernières années, les moissons scientifiques ont été exceptionnellement fructueuses, de la découverte du boson de Higgs à celles des ondes gravitationnelles émises lors de la coalescence de deux trous noirs massifs, et aux observations du fond cosmologique par le satellite Planck. L'humanité vient alors d'atteindre un nouveau palier dans la compréhension du monde quantique et du monde de la gravitation : nos bases théoriques, expérimentales et technologiques forment un socle scientifique solide pour aller plus loin et tenter de répondre aux nouvelles questions qui surgissent suite à ces découvertes... Enquête et mise au point sur une révolution en cours.



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** EN PRÉLÈVEMENT AUTOMATIQUE, JE CHOISIS MA FORMULE ET JE COMPLÈTE L'AUTORISATION DE PRÉLÈVEMENT CI-DESSOUS.

☐ **FORMULE INTÉGRALE**
12 n° de Pour la Science + 4 Hors-Séries
+ Accès illimité aux archives en ligne depuis 1996
+ Le livre "Relativité et quanta : une nouvelle révolution scientifique..."

8,20€
Par mois
-46%
IPV8E20K9

☐ **FORMULE PASSION**
12 n° de Pour la Science
+ 4 Hors-Séries
+ Le livre "Relativité et quanta : une nouvelle révolution scientifique..."

6,50€
Par mois
-34%
PPV6E50K8

☐ **FORMULE DÉCOUVERTE**
12 n° de Pour la Science
+ Le livre "Relativité et quanta : une nouvelle révolution scientifique..."

4,90€
Par mois
-33%
DPV4E90K2

MES COORDONNÉES

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____

Ville : _____

Tél. Pour le suivi client (facultatif) : _____

E-mail obligatoire : _____ @ _____

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

* Par mois et par rapport au prix de vente en kiosque, l'accès numérique aux archives et la valeur du livre. Vous pouvez également si vous le souhaitez acquérir séparément le livre "Relativité et quanta : une nouvelle révolution scientifique..." au prix de 10€, chaque n° de Pour la Science au tarif de 6,50€, notre n° spécial au tarif de 6,95€ et nos hors-séries au tarif de 7,50€. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/03/2018 en France métropolitaine uniquement et dans la limite des stocks disponibles. 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. Votre abonnement en prélevement est reconduit automatiquement et peut être interrompu par simple lettre. Photos non contractuelles.

MANDAT DE PRÉLÈVEMENT SEPA

PAG17481P

En signant ce mandat SEPA, j'autorise Pour la Science à transmettre des instructions à ma banque pour le prélèvement de mon abonnement dès réception de mon bulletin. Je bénéficie d'un droit de rétractation dans la limite de 8 semaines suivant le premier prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

TYPE DE PAIEMENT : PAIEMENT RÉCURRENT

Titulaire du compte

Nom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Désignation du compte à débiter

BIC (Identification internationale de la banque) _____

IBAN _____

(Numéro d'identification international du compte bancaire)

Établissement teneur du compte

Nom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Date et signature

Organisme Créancier : Pour la Science
170 bis, bd. du Montparnasse - 75014 Paris
N° ICS FR92ZZZ426900
N° de référence unique de mandat (RUM)

Merci de joindre impérativement un RIB

Partie réservée au service abonnement. Ne rien inscrire