

Prise de conscience

Les perceptions inconsciente et consciente d'un mot activent différemment certaines aires du cerveau.

Les images subliminales et les histoires qui ont cours à leur propos en sont la preuve : nous percevons des stimulus – des mots ou des images – sans en avoir conscience. Quels mécanismes cérébraux sous-tendent cette perception inconsciente ? Comment cette dernière diffère-t-elle de la perception consciente ? Selon une thèse matérialiste dominante en neurosciences, à chaque état mental donné correspond un état cérébral. Cependant, existe-t-il des états neuronaux spécifiques des états mentaux conscients ?

L'équipe de Stanislas Dehaene, de l'unité INSERM 334, et celle de Denis le Bihan, du Commissariat à l'énergie atomique, ont visualisé les différences entre les traitements conscient et inconscient à l'aide de techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle. Ils ont présenté des mots pendant 29 millisecondes sur un écran d'ordinateur à des volontaires. Ces mots étaient précédés et suivis, soit d'écrans blancs sans stimulus, soit de figures géométriques. Dans le premier cas, les mots sont perçus consciemment,

car les écrans blancs ne perturbent pas le traitement de l'information ; dans le second, ils sont masqués et ne sont pas perçus consciemment, parce que les figures géométriques (exposées plus de deux fois plus longtemps que le mot) perturbent le traitement du mot : le masque – les figures géométriques qui entourent le mot – domine sans doute le mot dans une sorte de « compétition mentale ». Plusieurs tests ont confirmé que les volontaires n'avaient aucune perception ni aucun souvenir des mots masqués, pourtant ils en ont une perception inconsciente. En effet, on a montré qu'un mot perçu inconsciemment accélère le temps de reconnaissance de ce mot, lorsqu'il est présenté ultérieurement, au cours d'une nouvelle expérience : une personne qui a eu une perception inconsciente (ou encore une image subliminale) d'un mot ou d'un objet reconnaît plus vite ce mot ou cet objet qu'une personne qui n'a pas eu ce type de perception. Ainsi, il y a un traitement inconscient des mots, mais on ignorait lequel.

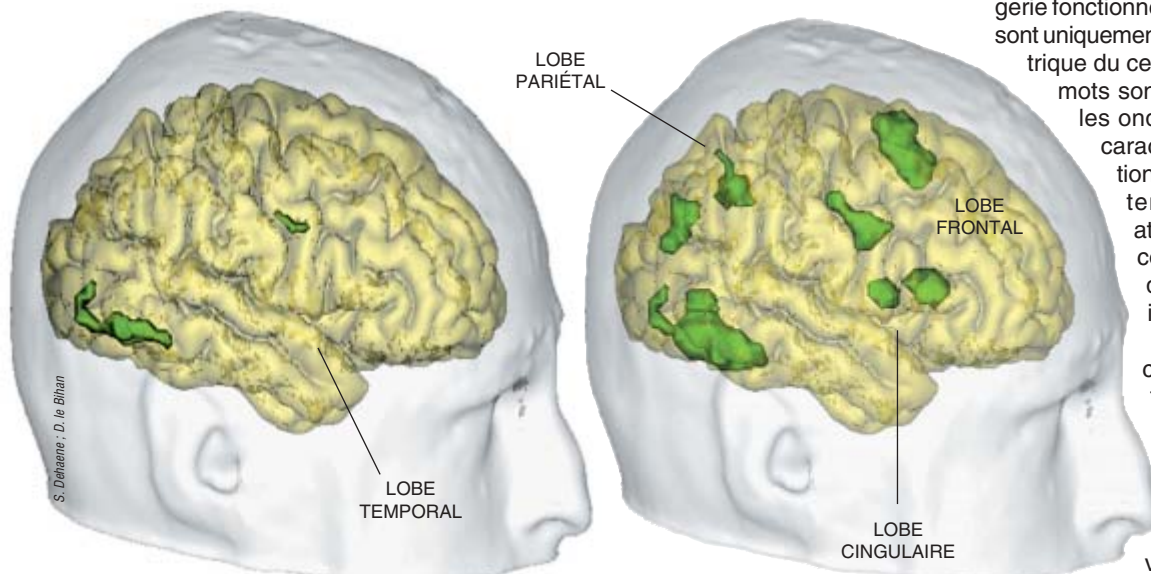
Dans une première série d'expériences, les neurobiologistes ont enregistré le débit sanguin dans le cerveau par résonance magnétique : la présentation de mots masqués entraîne une activation d'une région ventrale du lobe temporal connue pour traiter la forme visuelle des mots, indépendamment du style d'écriture (c'est-à-dire que les lettres soient en majuscules ou en minuscules).

Toutefois, l'activité de cette aire est 12 fois inférieure à celle observée quand le mot est visible : la perception consciente augmente donc l'activité de ces aires. Est-ce tout ? Non, lors de la perception consciente sont aussi sollicitées des régions distantes situées dans le cortex préfrontal et dans le cortex cingulaire antérieur (associées à la planification des opérations cognitives et à notre mémoire de travail), ainsi que des zones du cortex pariétal requises dans l'attention.

Dans une seconde étape, S. Dehaene, D. le Bihan et leurs collègues ont caractérisé l'influence d'un mot perçu inconsciemment sur la perception consciente du même mot. Quand le mot a déjà été présenté masqué, l'activation qu'entraîne la perception consciente du même mot est inférieure à celle due à une présentation consciente seule : la perception inconsciente représente une sorte d'habitude du cerveau qui est moins activée lorsqu'il doit traiter le mot perçu consciemment après l'avoir traité de façon subliminale. Ainsi, le traitement inconscient du mot réduit les activations conscientes. Par ailleurs, l'absence d'influence du style d'écriture montre que le traitement inconscient des mots est poussé, au-delà de la simple information graphique, jusqu'à l'extraction de l'identité abstraite des mots.

L'enregistrement de l'activité électrique du cerveau, qui renseigne sur la succession temporelle des aires activées, a confirmé les résultats obtenus par l'imagerie fonctionnelle, dont les informations sont uniquement spatiales. L'activité électrique du cerveau diminue quand les mots sont masqués. Par ailleurs, les ondes électriques tardives, caractéristiques de la perception consciente quand le traitement de l'information atteint les aires distantes du cortex, disparaissent lorsque les mots sont perçus inconsciemment.

Ainsi, la prise de conscience d'un mot consisterait-elle en une augmentation d'activation des régions qui traitent l'information lors de la perception inconsciente, accompagnée de l'activation de nombreuses autres régions distantes, mais qui participent également au traitement des mots.



La perception inconsciente (à gauche), d'un mot sollicite des aires (en vert) du lobe temporal ventral. Ces aires, auxquelles s'ajoutent des régions

du cortex préfrontal, du cortex pariétal et du cortex cingulaire antérieur, sont beaucoup plus activées lors de la perception consciente (à droite).

Homme et machine face aux Dames

Le premier match homme-machine de l'histoire du jeu de dames va opposer un des meilleurs joueurs mondiaux au logiciel le plus performant.

Pour la première fois, un ordinateur va affronter un grand maître international de dames. Le logiciel *Buggy*, développé depuis trois ans par Nicolas Guibert, champion de France senior 1999 de jeu de dames, et Maxime Kouamé (Grand-Maître international), est considéré comme le meilleur logiciel de jeu de dames au monde, après avoir remporté les deux dernières compétitions entre logiciels. Il va se mesurer au onzième joueur mondial, N'Diaga Samb, du 13 au 19 août 2001, à la Roche-sur-Yon.

On se souvient de la victoire retentissante (mais contestée) remportée, en 1997, par le logiciel *Deep Blue*, construit par IBM, sur le champion russe d'échecs Garry Kasparov. Les logiciels de jeux de stratégie battent les humains aux échecs ou encore aux checkers, les dames anglo-américaines, mais pas au jeu de dames international. Il existe plus d'une douzaine de règles, issues du jeu de dames originel, probablement apparu au X^e siècle sous le nom *Al-qirq* (le moulin) et dont les règles ont varié avec sa diffusion. Pour le jeu de dames international, les meilleurs logiciels battent à plate couture n'importe quel joueur ordinaire, mais s'inclinent devant les meilleurs. Un programme va-t-il enfin triompher d'un maître international ?

Le logiciel *Buggy* procède, comme les autres logiciels de jeux de stratégie, en deux étapes. La première, fondée sur l'«algorithme de recherche», consiste à calculer tous les coups possibles à partir

d'une configuration des pions. Si les processeurs avaient une capacité suffisante, cette étape suffirait pour que l'ordinateur gagne à coup sûr : il analyserait, dès le premier mouvement, toutes les variantes possibles jusqu'à la fin du jeu, et jouerait à chaque fois le meilleur coup. Aujourd'hui, les logiciels ont des capacités restreintes et ne calculent à l'avance qu'un nombre limité de coups (ce nombre est nommé profondeur). Ils doivent user de stratégie, dans la seconde étape dite «d'évaluation statique», qui différencie un bon d'un excellent logiciel : la première étape relève de la simple tactique, mais la seconde doit déployer toute la finesse du jeu.

D'un coup d'œil sur un damier, les bons joueurs parviennent à estimer lesquels des pions noirs ou blancs ont l'avantage. Toute la difficulté consiste à apprendre à l'ordinateur à disposer de ce coup d'œil. Lors de cette étape, le logiciel évalue de façon globale la situation pour chacune des positions calculées lors de la première étape. Son évaluation est fondée sur le nombre de pièces, puis sur la reconnaissance de configurations connues. En pratique, les deux étapes sont imbriquées : le logiciel fait un choix parmi les coups permis, en étudiant l'arbre de décision possible. Imaginons que pour chaque position, 10 coups soient permis. Si le logiciel calcule toutes les positions possibles à trois coups de profondeur, il doit calculer $10 \times 10 \times 10 = 1\,000$ positions et évaluer chacune d'entre elles. Ces 1 000 positions évaluées, le logiciel choisit le meilleur coup en considérant que son adversaire va toujours choisir le coup qui lui est le plus favorable. Au lieu de chercher les positions à une profondeur égale à trois, le logiciel les étudie à une profondeur n , il doit calculer 10^n positions ! Même si le programme calcule 250 000 positions par seconde, la décision doit être prise dans le temps imparti. Le logiciel cherche à réduire le nombre de calculs. S'il trouve qu'un coup de l'adversaire est mauvais, il ne cherche pas les positions aux profondeurs suivantes, mais il «élague» l'arbre de décision. Pour étudier une position jusqu'à une profondeur n , il ne calcule plus, par exemple, que $10^{n/2}$ coups possibles.

Buggy a deux autres points forts : une base de fins de partie qui contient toutes les configurations à six pièces (ou moins) sur le damier et une bibliothèque d'ouvertures. Grâce à la base de données, le logiciel joue à la perfection les fins de partie, mais l'accès à cette base est long et peut pénaliser le logiciel s'il y fait trop souvent appel. Dans la bibliothèque d'ouvertures, 150 000 positions d'ouvertures ont été produites automatiquement à partir de 230 000 parties recensées. Cette armada sera-t-elle suffisante pour battre le grand maître international ?

BRÈVES

Cousu d'or

Le fil en or le plus fin du monde vient d'être fabriqué par des physiciens de l'Université de Madrid et de l'Université technique du Danemark, à Lyngby : il est composé de sept atomes seulement. Les physiciens ont relié les deux extrémités du fil aux pointes de deux microscopes à effet tunnel, et ont mesuré la résistance de la chaîne en or et la force des liaisons interatomiques : les liaisons de la chaîne sont deux fois plus fortes que celles qui lient les atomes dans l'or massif, résultat prévu par la théorie, mais jamais vérifié avant cette expérience.

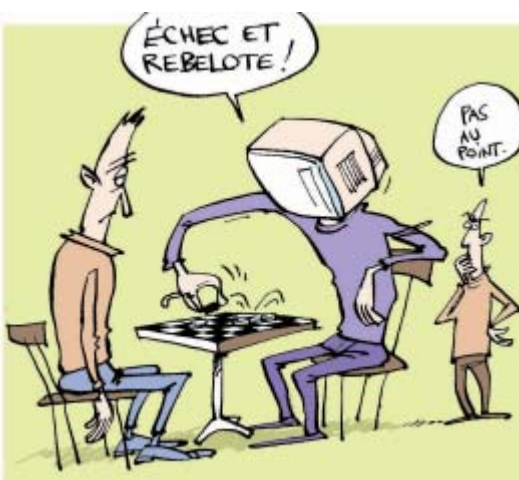
Bi-bip

L'oiseau lyre (*Menura Superba*) est un des six oiseaux imitateurs d'Australie. Les mâles de cette espèce ont développé une aptitude à copier les bruits de leur environnement (le chant d'oiseaux concurrents ou les sons caractéristiques d'autres animaux) qu'ils exploitent lors de leurs parades nuptiales. Greg Czechura, du Muséum du Queensland, vient de détecter de nouveaux sons dans le répertoire des oiseaux lyre vivant près des zones résidentielles : les sonneries de téléphones portables, des réveils électroniques et même le démarrage des vélomoteurs. Toutefois, les femelles de l'espèce ne s'y trompent pas : elle font la différence entre un téléphone portable et un oiseau-lyre.



Premières taches solaires

Dans une chronique anglaise du XIII^e siècle, un physicien de l'Université de Durham vient de découvrir un dessin de taches solaires, qui semble être le tout premier connu. Cette chronique relate de nombreux phénomènes célestes, des aurores boréales, le passage de comètes, ou encore des éclipses. Une des descriptions les plus étonnantes est celle de deux taches solaires observées le 8 décembre 1128 de la ville de Worcester, en Angleterre. La description est écrite en latin et illustrée du dessin des taches décrites. Or on connaît, par ailleurs, la description consignée dans une chronique coréenne de l'époque d'une aurore boréale observée le 13 décembre de la même année. C'est précisément la durée moyenne qui sépare l'apparition d'un groupe de taches solaires et l'apparition d'une aurore boréale. Une façon de réécrire l'activité passée du Soleil.



J.-M. Thiriet

Du nouveau pour une vieille bactérie

La tuberculose est due à une bactérie, le bacille de Koch, qui s'attaque à différents organes, mais les poumons sont généralement les premiers exposés. Ces agents pathogènes se logent dans les alvéoles pulmonaires, où ils sont avalés par les éboueurs de l'organisme, les macrophages. Toutefois, ces cellules sont tenues en échec et colonisées par la bactérie qui s'y multiplie. Les macrophages infectés passent dans le sang et sont disséminés vers d'autres cibles. Du moins le croyait-on. Camille Locht et ses collègues de l'Institut Pasteur de Lille viennent de montrer que le mécanisme de pénétration de ces bactéries dans l'organisme semble assuré non pas par les macrophages, mais par les pneumocytes (des cellules de l'épithélium pulmonaire) grâce à la molécule d'adhérence HBHA. Cette protéine est indispensable à la colonisation des organes autres que le poumon. Elle représente une nouvelle cible thérapeutique au moment où la tuberculose réémerge : en bloquant cette molécule, on cantonnerait l'infection aux poumons, et on éviterait une contamination grave des autres organes.

Autant en emporte le vent

Thomas Schoener et ses collègues de l'Université de Californie étudiaient les effets de l'introduction artificielle de prédateurs sur des écosystèmes insulaires de l'archipel des Bahamas. Soudain, l'ouragan Floyd dévasta les lieux. Les œufs d'une espèce de petits lézards qui constituaient le plat favori des prédateurs introduits ont été épargnés. En revanche, sur les deux tiers des îles où les prédateurs avaient été introduits, cette espèce s'est éteinte. Aux dires de l'équipe californienne, c'est une occasion unique et accidentelle, d'étudier les effets des catastrophes naturelles et des changements climatiques sur la biodiversité. Contre mauvaise fortune...

Bateau pirate dans les Caraïbes

Des archéologues allemands ont trouvé le *Merchant Jamaica*, qui avait coulé à la fin du XVII^e siècle près d'Haïti. Ils ont identifié le couvercle d'un pot fabriqué entre 1650 et 1670 en Angleterre. Le bateau était probablement celui d'Henry Morgan (1635-1688), l'un des plus célèbres pirates anglais de cette époque. Avec le soutien de son pays, il pillait les bateaux espagnols naviguant dans les Caraïbes (alors sous domination de l'Espagne).

Billes liquides

Des gouttes d'eau truquées, qui ne mouillent pas, prennent la forme de cacahuètes en roulant.

Déplacer une goutte d'eau posée sur une surface solide n'est pas chose facile. Même si cette surface est inclinée, la goutte y reste souvent collée, à cause du contact qu'elle établit avec le solide : pensons par exemple aux gouttelettes de pluie qui adhèrent aux vitres (pourtant verticales). Afin de réaliser des surfaces peu mouillantes à l'eau, où les gouttes ne resteraient pas accrochées, une première stratégie consiste à s'inspirer de substrats naturels, tels la feuille de lotus, l'aile de papillon ou encore la plume de canard. Ces substrats sont hydrophobes (une sorte de cire les recouvre) et texturés, c'est-à-dire pourvus d'aspérités qui rendent la surface rugueuse (c'est d'ailleurs la texture de l'aile de papillon qui lui donne ses belles irisations). À cause du caractère hydrophobe de la surface, l'eau ne peut pas s'insinuer entre les aspérités de la texture et repose donc sur un patchwork de solide et d'air. Plus les aspérités sont petites, plus la goutte est entourée d'air et plus sa forme est sphérique, comme dans un nuage. En minimisant le contact avec l'eau, ce type de surface réduit l'adhésion des gouttes.

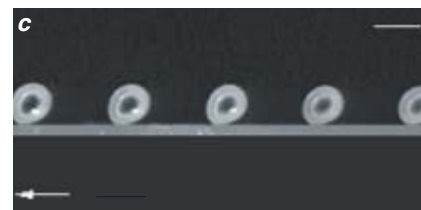
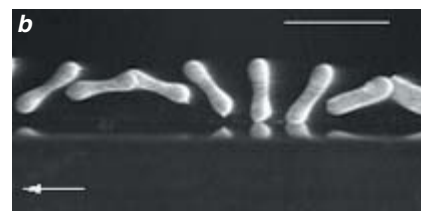
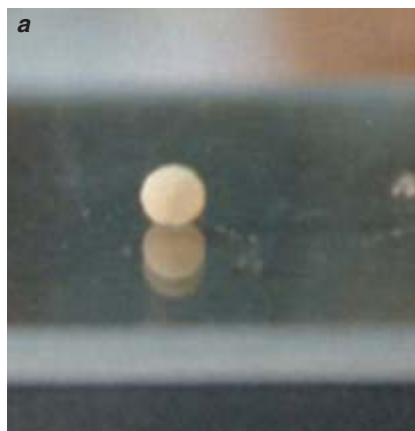
Une autre stratégie, pour réduire encore davantage le contact, consiste à modifier la surface de la goutte, et non plus celle du solide. On part d'une poudre fine (dont les grains mesurent entre un et dix micromètres de diamètre) et hydrophobe, par exemple de la suie, que l'on mélange à quelques millimètres cube

d'eau : les grains couvrent spontanément la surface de l'eau, leur caractère hydrophobe leur interdisant de pénétrer dans le volume. On forme ainsi une sorte de capsule, que nous avons appelée bille liquide, dont la surface est recouverte de grains hydrophobes et dont l'intérieur est rempli d'eau. On peut ensuite transférer cette bille sur un solide quelconque (où elle garde une forme quasi-sphérique), voire même sur de l'eau, où elle flotte.

Cette capsule molle est à mi-chemin entre un solide et un liquide. Le contact qu'elle établit avec son substrat est inhabituel, puisqu'il n'est plus dû qu'à son poids. Ce contact diminue avec la taille de la bille : les micro-billes liquides descendent plus facilement sur un plan incliné, puisque la taille du contact, donc les frottements, sont réduits, au contraire d'une goutte ordinaire, d'autant plus difficile à déplacer qu'elle est petite. Deux billes liquides de tailles différentes dévalent une pente à des vitesses différentes, mais c'est la plus petite qui va le plus vite !

L'état hybride d'une bille a des conséquences plus curieuses encore. Au lieu de glisser, la bille roule sur le plan incliné, comme si elle était solide. Cependant, elle est déformable, comme un liquide. Or, sa vitesse est inhabituellement élevée pour une goutte (à cause du contact réduit qu'elle a avec la surface, elle va 100 à 1 000 fois plus vite qu'une goutte normale), si bien qu'elle se déforme sous l'effet de la force centrifuge.

On observe deux modes de déformation. Dans le premier cas, la goutte, sphérique au départ, prend la forme d'une cacahuète, qui rebondit sur la surface comme une gymnaste sur sa poutre. Cet objet résiste aux chocs qu'il subit lors des rebonds et transporte donc le liquide sans fuite. Dans le second cas, la goutte prend en roulant (quasi-tautologiquement, pour



Cette goutte d'eau d'un millimètre de diamètre, recouverte d'une poudre hydrophobe (a), ne mouille pas la plaque de verre où elle repose, mais se reflète sur ses deux faces. Lorsqu'elle dévale un plan incliné à une vitesse de l'ordre du mètre par seconde, elle prend la forme d'une cacahuète (b) ou d'une roue (c), sous l'effet de la force centrifuge (la caméra qui a pris ces clichés successifs est inclinée du même angle que le plan ; les traits blancs correspondent à une longueur de un centimètre).