



Le cerveau subliminal : imagerie cérébrale des opérations conscientes et inconscientes

● S. Dehaene*

Depuis quelques années, la conscience n'est plus un concept tabou en neurosciences. Au contraire, la question du substrat cérébral de l'activité consciente est devenue l'une des frontières des neurosciences cognitives. Peut-on identifier des circuits cérébraux, ou des modes d'activité neurale, qui seraient caractéristiques de l'état conscient ou de la perception consciente d'un stimulus ? L'imagerie cérébrale peut-elle visualiser les différences d'activité cérébrale selon qu'une information accède à la conscience ou qu'elle demeure subliminale ? Telles sont les questions auxquelles mon équipe a tenté de répondre dans une recherche récente qui combinait les techniques de la psychologie cognitive, de l'IRM fonctionnelle et de la cartographie des potentiels évoqués (1).

Pour comparer la perception consciente et le traitement inconscient des mots, nous avons utilisé la méthode du masquage. Lorsqu'un mot est présenté sur un écran d'ordinateur pendant une durée très brève (29 millisecondes dans notre cas), il se peut qu'il reste lisible. Cependant, il suffit de le faire précéder et suivre d'un nuage de formes géométriques pour que celles-ci "masquent" la perception du mot, qui devient totalement invisible. Le sujet rapporte, d'un point de vue introspectif, qu'il ne voit aucun mot. Cette introspection peut également être objectivée par divers tests qui montrent que le sujet n'a aucune capacité de détection, de dénomination, de mémorisation ou de sélection du mot masqué. Cependant, plusieurs décennies d'expérimentation en psychologie cognitive ont démontré que ce mot est traité inconsciemment. Ainsi, si l'on fait suivre le mot masqué par un mot visible, le temps de latence entre présentation du mot visible et réponse du sujet est plus court lorsqu'il y a identité entre les deux mots (par exemple, radio suivi de RADIO).

Nous avons étudié les bases cérébrales de cet effet d'"amorçage par répétition de mots" en enregistrant, essai par essai, l'activation cérébrale évoquée par le mot visible. L'IRM fonctionnelle a révélé une réduction de l'activation lorsque le mot avait déjà été présenté inconsciemment. Cette moindre activation était restreinte aux régions fusiforme gauche et précentrale gauche. Elle suggère que les régions cérébrales qui ont été préactivées par le mot inconscient s'activent ensuite de façon moindre lorsqu'elles doivent reproduire la même activation.

* Inserm U334, service hospitalier Frédéric-Joliot, Orsay.

La nature précise de cet effet d'amorçage a fourni de précieux indices sur la nature du code neural des mots. On connaît, depuis Dejerine, l'implication de la région fusiforme gauche dans la reconnaissance visuelle des mots. Les patients atteints d'une lésion de cette région développent fréquemment une alexie pure, ou incapacité sélective d'identifier les mots écrits, sans trouble de l'écriture ni du traitement du langage parlé. Avec L. Cohen, nous avons montré que le gyrus fusiforme gauche contient une petite région qui s'active systématiquement chez tous les sujets lorsque ceux-ci lisent des mots, et qui est la première région visuelle dont l'activation est invariante, quelle que soit la position des mots sur l'écran (2). Nous avons appelé cette région l'aire de la forme visuelle des mots.

Nos nouvelles données démontrent que cette région non seulement s'active de façon inconsciente mais également effectue une reconnaissance des mots invariante pour leur forme visuelle exacte. En effet, la réduction d'activation que nous avons observée dans cette région était présente quand on répétait le même mot sous une forme en tout point identique (RADIO suivi de RADIO, dans la même fonte et la même casse), mais également lorsqu'on passait des minuscules aux majuscules (radio suivi de RADIO) ou inversement (RADIO suivi de radio). Cela implique que cette région effectue un codage abstrait des mots, qui la rend capable de reconnaître une chaîne de caractères même si sa forme visuelle change. D'autres régions visuelles extra-striées ne montrent pas une telle invariance : leur activation ne s'habitue que si l'on répète très exactement les mêmes traits sur l'écran. A contrario, la réponse de la région de la forme visuelle des mots apparaît remarquablement abstraite, puisqu'elle implique un apprentissage de la similarité entre les lettres minuscules et majuscules (a et A, b et B). Le traitement inconscient ne s'arrête pas clairement aux toutes premières étapes du traitement visuel mais implique des opérations complexes et imprégnées d'un apprentissage culturel. Dans d'autres publications, nous avons montré que d'autres étapes, plus avancées encore, du traitement des mots, telles que l'accès à la sémantique ou la préparation motrice, pouvaient également s'effectuer de façon inconsciente (3, 4).

Dans une seconde expérience, nous avons étudié quelles activations supplémentaires apparaissent lorsqu'un mot devient visible. Pour ce faire, nous avons "démasqué" certains mots en



insérant un court laps de temps entre les masques et le mot. Ainsi sommes-nous parvenus à comparer, à durée de présentation du mot constante, les activations évoquées par des mots visibles et par des mots invisibles. En IRM fonctionnelle, nous avons ainsi confirmé que les mots invisibles activent les aires visuelles extra-striées, la région de la forme visuelle des mots dans le gyrus fusiforme gauche et le cortex prémoteur gauche (figure). La prise de conscience s'accompagne d'une très intense amplification de cette activité, d'autant plus forte que l'on progresse dans la hiérarchie des aires cérébrales. De plus, certaines activations ne sont présentes que lorsque le mot est visible : la région préfrontale inférieure gauche, le gyrus angulaire gauche, l'aire motrice supplémentaire et le cortex cingulaire antérieur. Ces régions montrent une corrélation significativement plus importante avec la région fusiforme lorsque le mot est conscient, traduisant ainsi la circulation de l'activation au sein d'un vaste réseau.

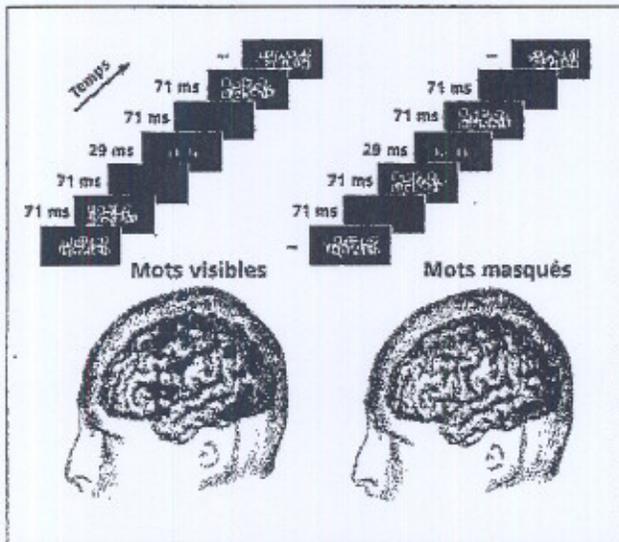


Figure. Activations mesurées en IRM fonctionnelle lors de la présentation d'un mot visible (à gauche) ou rendu invisible par masquage (à droite).

L'enregistrement des potentiels évoqués nous a également permis de suivre le déroulement temporel des activations conscientes et inconscientes. Les premières composantes du potentiel évoqué, la P1 et la N1, sont présentes pour les mots inconscients. Cependant, en comparaison avec celles évoquées par les mots visibles, elles voient déjà leur amplitude considérablement diminuée et leur topographie focalisée à de petites régions du scalp. Quant aux composantes plus tardives, N400 et P300, elles ne sont présentes que lorsque les mots sont visibles.

Sur la base de ces résultats, nous spéculons que le franchissement du "seuil de la conscience" se traduit, sur le plan neural, par l'embrassement d'une assemblée réverbérante de neurones distribués principalement dans les régions pariétale, préfrontale et cingulaire. Leurs connexions bidirectionnelles à longue distance permettent de relier de multiples processeurs spécialisés, créant ainsi un "espace conscient" où s'entretient l'illusion introspective d'une disponibilité totale de l'information. Ce modèle de l'espace de travail conscient, formalisé avec J.P. Changeux et L. Naccache (5) sur la base des travaux initiaux de B. Baars (6), fournit une piste prometteuse pour la compréhension des troubles de la conscience en neuropsychologie (7).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Dehaene S et al. Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming. *Nature Neurosci* 2001 ; 4 : 752-8.
2. Cohen L et al. The visual word form area : Spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients. *Brain* 2000 ; 123 : 291-307.
3. Dehaene S et al. Imaging unconscious semantic priming. *Nature* 1998 ; 395 : 597-600.
4. Naccache L, Dehaene S. The Priming Method : Imaging Unconscious Repetition Priming Reveals an Abstract Representation of Number in the Parietal Lobes. *Cereb Cortex* 2001 ; 11 : 966-74.
5. Dehaene S, Kerszberg M, Changeux JP. A neuronal model of a global workspace in effortful cognitive tasks. *Proc Natl Acad Sci USA* 1998 ; 95 : 14529-34.
6. Baars BJ. *A cognitive theory of consciousness*. Cambridge : Cambridge University Press, 1989.
7. Dehaene S, Naccache L. Towards a cognitive neuroscience of consciousness : Basic evidence and a workspace framework. *Cognition* 2001 ; 79 : 1-37.

Dehaene S, Naccache L, Cohen L et al. Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming. *Nature Neurosci* 2001 ; 4 (7) : 678-80.