

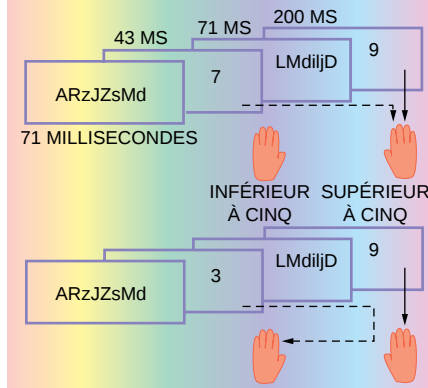
Images subliminales

Le cerveau est activé par des images qu'il ne «voit» pas.

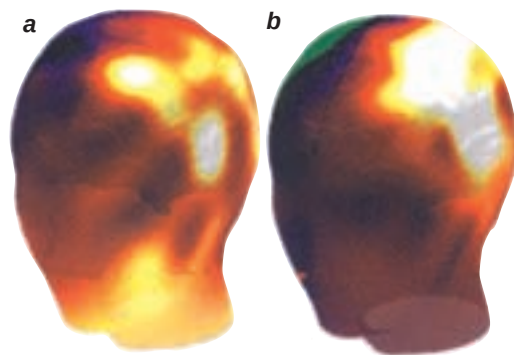
L'utilisation d'images projetées trop vite pour que l'on puisse en prendre conscience, c'est-à-dire les voir, a été controversée. Si l'on n'a pas conscience de voir ces images, dites subliminales, le cerveau les enregistre-t-il ? Est-on doué d'une perception inconsciente ? À ces questions, Stanislas Dehaene et ses collègues de l'unité INSERM 334, de l'École des hautes études en sciences sociales et de l'Hôpital F. Joliot, à Orsay, répondent par l'affirmative : les images subliminales sont perçues.

Ces neurobiologistes présentent à des volontaires des chiffres sur un écran d'ordinateur. Les chiffres sont compris entre un et neuf : la personne doit appuyer de la main gauche sur un bouton quand le chiffre est inférieur à cinq, de la main droite sur un autre bouton quand le chiffre est supérieur à cinq. Le chiffre est affiché sur l'écran d'ordinateur durant 200 millisecondes. À l'insu des personnes testées, on projette un autre chiffre pendant 43 millisecondes, c'est-à-dire trop rapidement pour que le sujet le voie. De plus, ce chiffre est brouillé par deux séries de lettres dépourvues de sens projetées avant et après le chiffre subliminal.

Lorsque le «chiffre-amorce» (présenté sans que le sujet n'en ait conscience) est, du même côté de cinq que le chiffre-cible (le chiffre que lit le sujet), le temps de réaction est inférieur au temps que met



Au cours d'une expérience, une personne doit dire si un chiffre présenté assez longtemps pour être vu (200 millisecondes) est inférieur ou supérieur à cinq (il appuie sur un bouton avec sa main gauche si le chiffre est inférieur à cinq et avec la droite dans l'autre cas). De plus on projette un chiffre (en haut, 7) que le sujet n'a pas le temps de voir consciemment (ce chiffre est présenté entre deux suites de lettres dépourvues de sens). Ce chiffre subliminal est traité inconsciemment : le cortex est activé (zone blanche sur l'image a). Quand le deuxième chiffre présenté (en haut, 9) est du même côté de cinq que le premier, la réaction motrice du sujet est rapide : le chiffre subliminal a préparé la réaction motrice correcte (la zone blanche sur la figure b indique l'activation du cortex moteur). Au contraire, quand le deuxième chiffre n'est pas du même côté de cinq que le chiffre subliminal, le sujet prépare inconsciemment une réaction erronée (en bas il s'apprête à appuyer sur la touche de gauche), alors que la bonne réponse est à droite : la réaction motrice est retardée.



le sujet à répondre quand les deux chiffres sont de part et d'autre de cinq. Tout se passe comme si le chiffre-amorce invisible préparait le sujet à répondre (inférieur ou supérieur à cinq) avant que le chiffre-cible ne soit visible : quand la réponse amorcée est correcte, le temps de réponse est raccourci. Au contraire, quand le chiffre-amorce invisible est d'un côté de cinq et que le chiffre-cible est de l'autre côté, le sujet prépare inconsciemment une réponse d'un côté, mais doit la corriger quand il prend conscience du chiffre-cible : les deux réponses sont en contradiction, et le sujet met plus de temps à répondre. Ainsi un chiffre, même invisible, prépare le sujet à répondre. Lorsque les chiffres sont écrits en toutes lettres, les réactions des personnes testées sont plus lentes, mais on retrouve le même effet d'amor-

çage par les chiffres subliminaux. Ces résultats ont été confirmés par l'enregistrement de l'activité électrique du cerveau par électro-encéphalographie (la méthode indique l'activation des circuits moteurs) et celui du débit sanguin par imagerie par résonance magnétique fonctionnelle.

On observe une activation du cortex moteur du côté où se prépare la réaction motrice déclenchée par le traitement inconscient du chiffre-amorce. L'imagerie par résonance magnétique indique la localisation de l'effet d'amorçage (dans le cortex moteur) et l'enregistrement de l'activité électrique indique le moment où se produit cet effet (avant l'activation déclenchée par le chiffre-cible).

Toute expérience qui éclaire le traitement inconscient des informations précise les bases cérébrales de la conscience.

Carrés hypermagiques

On sait enfin construire des carrés hypermagiques aussi grands que l'on veut.

Un carré est dit magique lorsque la somme des nombres de chaque ligne, celle de chaque colonne et celle des diagonales sont égales. On nomme cette somme la constante magique. En décomposant de toutes les différentes façons possibles la constante magique 15 en somme de trois chiffres (de 1 à 9), vous trouverez un carré magique de trois nombres de côté ; il est unique, aux symétries près. Peut-on ajouter des propriétés ?

Outre les propriétés magiques déjà mentionnées, ajoutons la condition que

la somme des nombres sur les diagonales brisées soit aussi égale à la constante magique. Par exemple, pour le carré de quatre nombres de côté (d'ordre quatre) de la figure 1, les diagonales brisées sont au nombre de six : ce sont toutes les séries de quatre nombres en diagonales que l'on peut former lorsque l'on duplique le carré initial et qu'on l'acole à celui-ci (en bleu sur la figure). Ces carrés sont nommés pandiagonaux.

Restreignons encore les propriétés : cherchons les carrés magiques pandiagonaux dont la somme des quatre nombres de n'importe quel sous-carré de deux cases de côté (d'ordre deux) est constante (pour les carrés d'ordre quatre, cette constante est la constante magique). Ces nouveaux carrés sont hypermagiques. Si les carrés magiques d'ordre quatre sont nombreux – on en

dénombre 880 – seuls 48 d'entre eux ont toutes ces propriétés. Les 48 carrés hypermagiques d'ordre quatre sont connus depuis plus de trois siècles, mais aucune méthode n'existait pour construire des carrés hypermagiques d'ordre supérieur, ni même pour les dénombrer. Avoir trouvé cette méthode est l'exploit de Kathleen Ollerenshaw, une Britannique de 85 ans, férue de jeux mathématiques, en collaboration avec son compatriote David Brée.

En 1878, A. Frost, un pasteur britannique montra que l'ordre des carrés pandiagonaux pairs était un multiple de quatre. En utilisant ce résultat, nos mathématiciens britanniques ont montré que l'ordre d'un carré hypermagique était aussi un multiple de quatre. K. Ollerenshaw a alors établi une transformation univoque entre les carrés hypermagiques et des carrés «réversibles», des carrés dont les

0	14	3	13	0	14	3	13	0	14	3	13
7	9	4	10	7	9	4	10	7	9	4	10
12	2	15	1	12	2	15	1	12	2	15	1
11	5	8	6	11	5	8	6	11	5	8	6
0	14	3	13	0	14	3	13	0	14	3	13
7	9	4	10	7	9	4	10	7	9	4	10
12	2	15	1	12	2	15	1	12	2	15	1
11	5	8	6	11	5	8	6	11	5	8	6
0	14	3	13	0	14	3	13	0	14	3	13
7	9	4	10	7	9	4	10	7	9	4	10
12	2	15	1	12	2	15	1	12	2	15	1
11	5	8	6	11	5	8	6	11	5	8	6
0	14	3	13	0	14	3	13	0	14	3	13
7	9	4	10	7	9	4	10	7	9	4	10
12	2	15	1	12	2	15	1	12	2	15	1
11	5	8	6	11	5	8	6	11	5	8	6

1. Le carré de quatre cases de côté situé au centre (*en vert*) est hypermagique : non seulement les sommes de lignes, des colonnes et des diagonales sont égales à 30, mais également les sommes des diagonales brisées. Ces dernières sont les diagonales différentes de quatre nombres obtenues lorsque l'on reporte le carré central dans toutes les directions (*diagonales bleutées*). De surcroît, la somme des nombres de chaque sous-carré de deux cases de côté est également égal à 30 (*par exemple, les carrés jaunâtres, en bas à gauche*).

nombres sont dans l'ordre naturel. Autrement dit, il y a une correspondance unique entre les carrés réversibles et les carrés hypermagiques (*voir la figure 2*). Or, il est aisé de construire un carré réversible duquel on déduit le carré hypermagique correspondant par l'opération inverse. Pour construire tous les carrés hypermagiques d'ordre quatre, on construit tous les carrés réversibles, d'ordre quatre (ce qui est possible, car ils forment un ensemble de carrés connus) que l'on transforme en leurs carrés hypermagiques correspondants.

Par cette méthode, on retrouve les 48 carrés hypermagiques d'ordre quatre déjà connus, mais on peut construire les 368 000 carrés hypermagiques d'ordre huit ou les 6×10^{37} carrés hypermagiques d'ordre 32, ce dont même l'ordinateur le plus puissant était incapable. À 85 ans, K. Ollerenshaw est une vivante et dynamique illustration que : «Les joies de la découverte ne sont pas un privilège réservé aux jeunes».

0	1	2	3
4	5	6	7
8	9	10	11
12	13	14	15



0	14	3	13
7	9	4	10
12	2	15	1
11	5	8	6

2. Pour passer du carré réversible (*à gauche*) au carré hypermagique équivalent (*à droite*), on inverse l'ordre des deux dernières lignes, puis l'ordre des deux dernières colonnes ; enfin, on déplace l'entier de la position (i, j) à la position ($i + 2j, 2i + 3j$), ces derniers étant pris modulo 4 (i et j désignent respectivement le numéro de la ligne et celui de la colonne, pris entre 0 et 3).

Hormones et ménopause

CRAIG JORDAN

Des composés nommés SERM semblent efficaces contre le cancer du sein, l'ostéoporose et divers troubles associés à la ménopause.

De nombreux endocrinologues s'intéressent aujourd'hui aux modulateurs sélectifs des récepteurs des estrogènes, ou SERM (d'après les initiales de leur nom anglais : *selective estrogen receptor modulators*). Dans certains tissus, ces molécules agissent comme les hormones féminines nommées estrogènes ; dans d'autres, elles bloquent l'action de ces hormones.

Au printemps 1998, une vaste étude a montré qu'un de ces composés, le tamoxifène, prévient le cancer du sein chez les femmes jeunes (35 ans) qui ont un risque élevé d'avoir ce type de cancer. C'est la première substance ayant un tel effet. Puis un autre essai a révélé qu'un composé de la même famille, le raloxifène, protégerait aussi contre le cancer du sein quand il est administré à des femmes ménopausées, sans facteur de risque particulier (hormis leur âge).

En outre, le raloxifène (aujourd'hui prescrit contre la dégradation des os, nommée ostéoporose, chez les femmes âgées) et d'autres SERM en cours d'étude semblent protéger les femmes contre diverses maladies qui surviennent après la ménopause, notamment le cancer du sein, l'ostéoporose, le cancer de l'endomètre (la paroi de l'utérus) ou les maladies des artères coronaires. Si les SERM tiennent leurs promesses, ils devraient notablement améliorer la santé des femmes du XXI^e siècle. L'histoire des SERM est remarquable. Elle commence il y a environ 40 ans et révèle que la médecine a encore beaucoup à apprendre sur l'action des hormones.

Les estrogènes, dont les SERM reproduisent certains effets, sont des molécules étonnantes, à la fois indispensables et nocives. Ils servent notamment à programmer le corps de la femme (les seins, l'utérus et le cerveau) pour la reproduction. Au cours des 20 dernières années, on a découvert qu'en agissant aussi sur d'autres organes, ces hormones

améliorent la santé des femmes. Ainsi, elles agissent sur les centres cérébraux de régulation de la température corporelle, et elles assurent l'intégrité et la lubrification de la muqueuse vaginale.

La régulation des estrogènes

Elles préservent également le cœur, limitant la formation des plaques d'athérome dans les artères coronaires, qu'elles protègent aussi en réglant la production de cholestérol dans le foie ; elles limitent la libération du cholestérol associé à des lipoprotéines de basse densité (nommées LDL), qui favorise l'athérosclérose, et augmentent la production du cholestérol associé aux lipoprotéines de haute densité (nommées HDL), qui combat les plaques d'athérome.

Les estrogènes préservent également les os, maintenant l'équilibre entre la formation et la dégradation du tissu osseux. Quelques résultats récents semblent indiquer que les estrogènes favorisent les mécanismes de la mémoire et retardent ou limitent les symptômes de la maladie d'Alzheimer.

Les femmes perçoivent bien l'intérêt des estrogènes quand leur organisme cesse d'en fabriquer, après la ménopause (une phase qui commence vers 50 ans, quand les ovaires ont épuisé leur stock d'œufs et cessent de synthétiser l'hormone). Les bouffées de chaleur et les sudations nocturnes qui apparaissent alors durent parfois plusieurs années. Simultanément, l'augmentation du cholestérol associé aux LDL et diverses modifications du système cardio-vasculaire accroissent les risques de maladies coronariennes et d'infarctus. La diminution de la masse osseuse, amorcée un peu avant la quarantaine, s'accélère : les os sont fragilisés et se déforment souvent chez les personnes âgées de plus de 70 ans.

Les estrogènes ont aussi des inconvénients qui s'accroissent après la ménopause : ils favorisent les cancers du sein ou de l'utérus. Ces hormones ne semblent pas être responsables des modifications cellulaires à l'origine des cancers, mais elles stimulent la prolifération des cellules déjà engagées sur la voie de la cancérisation. Les femmes exposées pendant plusieurs décennies à leurs propres estrogènes ont un risque accru de tumeurs du sein ou de l'utérus. Entre 60 et 79 ans, une femme sur 15 risque d'avoir un cancer du sein (le plus fréquent des deux).

À la ménopause, les femmes pallient souvent le manque d'estrogènes par des administrations d'hormones naturelles ou de synthèse. Ces traitements substitutifs augmentent la qualité de vie : ils réduisent les bouffées de chaleur et, administrés pendant longtemps, ils préviennent l'ostéoporose ; d'après diverses études épidémiologiques, ils semblent aussi réduire les risques d'infarctus. Toutefois, les estrogènes semblent favoriser les cancers du sein et de l'utérus et, chez certaines femmes, ils déclenchent la formation de caillots sanguins, potentiellement dangereux, dans les veines. Quand on ajoute à ces traitements de la progestérone ou des progestatifs de synthèse, on protège les femmes contre le cancer de l'utérus, car la progestérone déclenche des règles artificielles : la couche superficielle de la muqueuse utérine est éliminée et, avec elle, les éventuelles cellules cancéreuses. Toutefois, certaines femmes âgées rechignent à avoir de nouveau leurs règles ; de surcroît, la progestérone ne supprime pas les risques de cancer du sein, ni de formation de caillots sanguins.

Certains SERM sont intéressants parce qu'ils ont les mêmes effets bénéfiques que les estrogènes sur les os et sur le cœur, tout en agissant comme des antiestrogènes (ils empêchent