

# CERVEAU

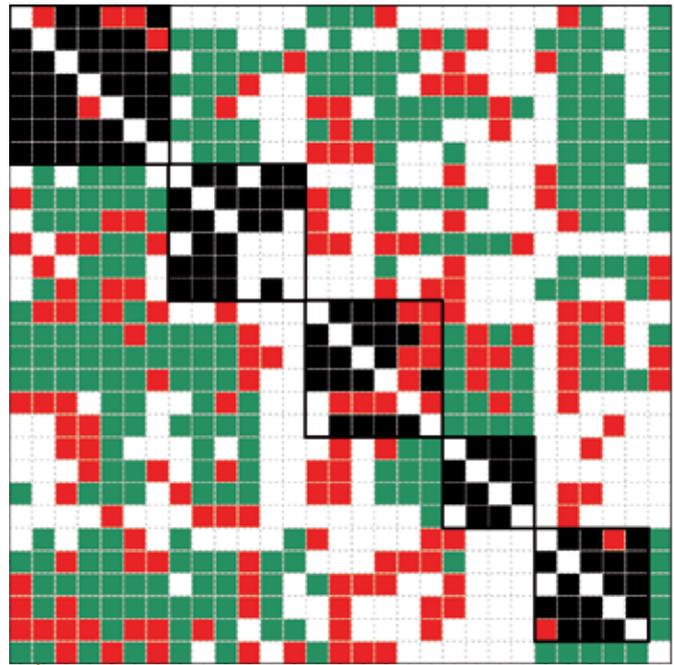
## Un câblage *a minima*

Selon quel principe les 100 milliards de neurones du cerveau humain s'organisent-ils ? Sous quelle logique les informations sont-elles transmises ? Une équipe de neurobiologistes et mathématiciens, auteurs d'un nouveau modèle du cerveau, détiennent peut-être enfin la clef.

Le modèle d'organisation cérébrale le plus fiable s'inspire de celui des six degrés de séparation. De quoi s'agit-il ? De la théorie dite du *Small world* qui postule que toute personne est reliée à une autre par l'intermédiaire de cinq relations (six en comptant ladite personne). Ainsi, peut-être qu'un ami du fils du patron de la mère d'un de vos amis connaît personnellement le Dalai-Lama ! Transposé au cerveau, ce modèle considère, bien évidemment, non des individus mais des neurones. Mais Nikola Markov (☛) et Henry Kennedy (☛), de l'Institut Cellule souche et cerveau à Lyon, proposent une nouvelle organisation du cortex, avec une hiérarchie différente des aires cérébrales. Pour en arriver là, les chercheurs ont sélectionné 29 d'entre elles, réparties dans les cinq principales régions corticales (occipitale, temporale, pariétale, frontale, préfrontale), puis ont injecté des traceurs dans chacune de ces aires. Ces molécules, choisies pour leur capacité à être facilement suivies par microscopie à fluorescence, entrent dans les neurones par leur bouton terminal (☛) et remontent jusqu'au corps cellulaire (☛). Ces deux extrémités du neurone sont séparées par un axone plus ou moins long et peuvent donc être localisées dans des aires différentes. Ces injections permettent ainsi aux chercheurs d'identifier celles qui sont connectées entre elles.

### La logique des connexions

Les résultats de l'expérience sont alors représentés sous forme d'un tableau dont les lignes et les colonnes symbolisent les aires cérébrales (voir photo). Dès qu'il existe une connexion entre deux d'entre elles, le carré correspondant prend une couleur particulière : noire si les aires appartiennent à la même région, verte si celles-ci sont différentes. Quand la connexion était



Les couleurs des carrés reflètent les connexions qui existent, ou pas, entre les régions corticales.

jusque-là inconnue, le carré devient rouge. Et... surprise : il y a beaucoup de rouge ! « Les aires corticales sont beaucoup plus interconnectées que la théorie du *Small World* ne le décrivait, confirme Henry Kennedy. De plus, l'intensité de la connexion, c'est-à-dire le nombre d'axones, diminue à mesure que la distance entre deux aires s'allongent », ce que le neurobiologiste nomme « la règle des distances exponentielles ». L'idée est que le cerveau se construit autour d'une logique simple :

« minimiser la longueur de câblage ».

Bien que les résultats aient été obtenus sur le singe, Henry Kennedy soutient qu'ils sont transposables à l'homme. En effet, on peut étudier les connexions du cerveau par deux

méthodes complémentaires : l'IRM et la technique des injections. Si, chez l'homme, seule l'IRM est possible, les deux méthodes sont pratiquées chez le singe. Cela permet ainsi de comparer, et vérifier, les résultats chez le primate, puis d'extrapoler à l'homme.

Cette théorie apporte un nouveau regard sur l'organisation des connexions cérébrales. Elle suggère de nombreuses applications, allant de la construction des nouveaux ordinateurs fondés sur des principes biologiques à de meilleurs diagnostics et de nouvelles voies de traitements pour des maladies qui entraînent des détériorations de ces connexions, telles que celles d'Alzheimer ou de Parkinson. ■ Florian Bonetto

### ☛ Bouton terminal

Il se situe à l'extrémité de l'axone.

### ☛ Corps cellulaire

Partie centrale du neurone, où les informations sont intégrées.

« Les aires corticales sont plus interconnectées qu'on le croyait, »

☛ Nikola T. Markov, Henry Kennedy : unité 846 Inserm/Inra - Université Claude-Bernard Lyon 1, équipe Architecture corticale, plasticité, codage et perception

☛ N. T. Markov et al. *Science*, 1<sup>er</sup> novembre 2013 ; 342 (6158) : 577-91