

## Le cerveau à tous les niveaux

BRUNO DUBUC, RÉDACTEUR SCIENTIFIQUE.

janvier 2006.

Calle Luna m'a demandé de vous parler du site web de vulgarisation scientifique Le Cerveau à tous les Niveaux que je rédige depuis bientôt quatre ans (à mi-temps). Trois choses donc : le cerveau humain, moi et le site. Je les aborderai dans l'ordre.

### Le cerveau humain

On peut dire que le cerveau humain est sans doute « l'objet le plus complexe » de l'univers connu. Or cette perle rare de la complexité, nous en possédons tous un exemplaire. Nous sommes donc privilégiés non seulement d'y avoir un accès si intime, mais surtout de profiter de sa puissance cognitive chaque jour. Mais cette richesse, la plupart des gens n'en sont pas conscient. C'est que la machine est si bien rodée que seul des dysfonctionnements majeurs forcent son détenteur à s'y intéresser.

Et pourtant, pénétrer dans les arcanes d'un cerveau humain sain est peut-être l'expérience la plus vertigineuse qui nous soit accessible. En plus, avec le développement de la technologie, on dispose d'outils de plus en plus puissants permettant de dévoiler les merveilles à l'oeuvre dans notre cerveau quand on exécute le plus banal des comportements quotidiens (marcher, voir, rire, dormir, etc.).

Parmi ces nouveaux outils sophistiqués, l'imagerie cérébrale permet de voir à l'intérieur du cerveau sans être obligé d'ouvrir la boîte crânienne (ce qui est quand même pratique). Avec l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) , on peut obtenir par exemple une image de l'intérieur de l'hémisphère cérébral gauche d'un sujet.

On y distingue déjà à cette échelle des structures bien distinctes qui forment ce qu'on appelle « un cerveau ». Et comme chaque cerveau est différent, dans ce cas-ci, je peux dire « mon cerveau » puisqu'il s'agit effectivement du mien qui a été photographié lors d'une étude d'imagerie fonctionnelle à l'Institut Neurologique de Montréal il y a quelques années.

### Moi

Cela m'amène donc à vous dire deux mots sur le parcours de l'individu qui trimbale avec lui le splendide « encéphale disponible sur Internet » ci-haut mentionné (bien que j'aie été un peu déçu de mon cortex pariétal légèrement aplati la première fois que je l'ai vu...). Un bref résumé de ce parcours peut nous être ici d'un quelconque intérêt dans la mesure où le site web dont je voudrais vous entretenir ensuite constitue la réponse à plusieurs frustrations rencontrées tout au long de ce parcours.

Je m'appelle donc Bruno Dubuc, j'ai étudié en neurobiologie, pour ensuite faire de la vulgarisation scientifique pendant une dizaine d'années, tant pour des magazines que pour des émissions de télé québécoises. Ce travail m'a confronté à certaines questions qui, avec le temps,

sont devenues des frustrations.

Ainsi toute la question de savoir à qui l'on s'adresse quand on doit essayer d'expliquer des phénomènes d'une grande complexité. On peut bien sûr simplifier au maximum pour que tout le monde comprenne comme pour une émission pour les jeunes, mais on a alors souvent l'impression de couper les coins ronds et, à la limite, de dire des faussetés.

Ou bien alors on rentre dans les détails et on commence à utiliser un peu de jargon pour être plus précis et là on perd ceux qui n'ont pas une formation scientifique de base. Et puis, si l'on poursuit en entrant dans les subtilités d'une spécialité, tout ceux qui ne sont pas familier avec cette spécialité risquent alors de décrocher. Bref on fait toujours face, peu importe ce que l'on écrit, à un problème de niveau de difficulté de l'explication.

D'autre part, et c'est l'autre grande frustration du métier de vulgarisateur scientifique qui essaie d'expliquer des aspects du comportement humain et des processus nerveux sous-jacents, il y a la question du niveau d'organisation du phénomène que l'on traite. Qu'est-ce à dire ?

Le cerveau, comme tout organe biologique, est fait de cellules (qu'on appelle les neurones dans le cas du cerveau). Or dès que l'on considère **un phénomène cérébral comme par exemple l'activation d'une aire particulière quand on entend un mot**, eh bien il se passe en même temps des choses très intéressantes **au niveau des neurones**. À l'intérieur même des neurones, **plusieurs molécules vont également interagir** pour influencer directement l'activité des neurones, qui eux vont influencer l'activité globale du cerveau.

Par ailleurs, à un état d'activation donné du cerveau correspond **un état psychologique et subjectif ressenti par l'individu** qui possède ce cerveau particulier. Et enfin, on peut aussi dire que plusieurs individus étant chacun dans un état psychologique donné vont, ensemble, par le fruit de leurs interactions, créer ce qu'on appelle **des phénomènes sociaux, des rituels culturels, des institutions, etc.**

On voit donc que dès qu'on se limite à un niveau d'analyse en ce qui concerne l'être humain et son cerveau, on ne parle jamais que d'une partie très limitée de ce qui se passe simultanément dans la réalité. Et comme il est rare qu'un média écrit ou télévisuel ait la place ou le temps de vous laisser couvrir tout ce qui se passe à ces différents niveaux, on développe rapidement une seconde frustration, « de niveau d'organisation » cette fois.

C'est donc pour résoudre ces deux frustrations (et ainsi m'éviter des ulcères d'estomac) que j'ai conçu le site web **Le Cerveau à Tous les Niveaux**.

### **Le site**

La page d'accueil du site comporte douze grandes portes d'entrée qui couvrent plus ou moins la totalité des comportements humains. Que ce soit pour un manuel scolaire ou pour un site éducatif comme celui-ci, il va de soi que les subdivisions qu'on doit faire pour aborder notre sujet d'étude sont toujours quelque peu arbitraires et subjectives. D'autres découpages auraient

bien sûr été possibles, mais je peux justifier ces choix en disant qu'ils reflètent les catégories mentales de son auteur ainsi que leur importance relative. J'ai par exemple consacré une grande porte d'entrée à l'évolution et au plaisir, qui sont souvent traités de façon plus secondaire dans les manuels scolaires mais qui constituent pour moi des thèmes fondamentaux pour qui veut comprendre l'anatomie et les fonctions du cerveau.

Quand on sélectionne un thème, on arrive dans l'autre type de page du site : la page de contenu (par exemple celle sur le plaisir et la douleur). Les 3 boîtes blanches dans le haut d'une page de contenu sont les boîtes de navigation qui vont nous permettre d'explorer ce thème.

La boîte des sous-thèmes permet de sélectionner des différents sous-chapitres du thème que vous avez choisi. Car si les 12 thèmes d'entrée sont fixés d'avance, le nombre de sous-thèmes, lui, peut varier d'un thème à l'autre et c'est par les sous-thèmes que le site est appelé à grandir et à avoir de plus en plus de contenu. Par exemple ici il y a deux sous-thèmes : l'un intitulé « La quête du plaisir », qui aborde les mécanismes et les circuits du plaisir dans le cerveau ; et l'autre intitulé « Les paradis artificiels », qui va aborder la question des drogues qui est intimement reliée aux circuits du plaisir. Un futur sous-thème traitera sûrement ici de la douleur, par exemple.

### **Les niveaux d'explication**

Les deux autres boîtes de navigation sont celles qui me permette de contourner les deux frustrations décrites plus haut. Il y a d'abord la boîte de navigation des niveaux d'explication. En gros, la personne qui n'a pas trop de formation scientifique optera pour le niveau débutant, les gens habitués aux revues et aux émissions de vulgarisation scientifique pour le niveau intermédiaire, et ceux qui étudient ou travaillent dans un domaine spécialisé des sciences biologiques mais qui veulent en savoir plus sur d'autres spécialités pour le niveau avancé.

C'est ça ma solution toute simple pour m'adapter au degré de connaissance de chacun : tout expliquer trois fois, et laisser le lecteur choisir son niveau. Solution simple, mais qui implique tout de même 3 fois plus de travail à la rédaction... Je dois d'abord échelonner l'information selon un niveau croissant de complexité. Mais comme il s'agit d'un site interactif qui peut se naviguer de différentes façons, à la fois à l'intérieur d'un même niveau de difficulté (par exemple ne consulter que les pages débutants) mais aussi en remontant vers les niveaux supérieurs pour parfaire ses connaissances, je dois constamment faire un compromis entre tenter de rendre chaque niveau le plus complet en soi et en faire un récit où l'on présente de nouvelles notions à chaque niveau pour ceux qui décident de « monter » de débutant à intermédiaire. J'y parviens tant bien que mal en résumant souvent dans le premier paragraphe le contenu du niveau inférieur et en mettant dans le dernier un hyperlien « tentant » pour aller vers le niveau supérieur.

Si l'on prend par exemple le thème intitulé « Le corps en mouvement » au niveau débutant,

le 1<sup>er</sup> sujet aborde le cortex moteur en se contentant de dire qu'il y a, dans la partie frontale du cerveau, ce que l'on appelle le cortex moteur primaire, une région d'où partent les commandes volontaires pour bouger les différents muscles de notre corps. Je vais aussi commencer à parler d'une seconde région motrice située juste en avant du cortex moteur primaire, qui est aussi impliquée dans la motricité volontaire et que l'on peut subdiviser **en deux sous-régions distinctes**.

Quand on a des bouts de phrase en couleur comme celle-ci dans le site, il s'agit évidemment d'hyperliens que l'on peut cliquer et qui renvoient à d'autres pages du site. Dans ce cas-ci, on arrive sur la page intermédiaire du même sujet (comme l'indique la couleur différente de l'ensemble du site) où l'on nous parle de ces deux subdivisions principales qui sont le cortex prémoteur et l'aire motrice supplémentaire.

On aurait aussi bien pu changer de niveau d'explication en sélectionnant directement un niveau dans la boîte de navigation, **le niveau avancé par exemple**. On aboutit alors à une page où l'on vous présente encore d'autres aires cérébrales du cortex moteur qui contribuent à la motricité.

### **Les niveaux d'organisation**

Par ailleurs, durant cette ascension vers le niveau d'explication avancé, on n'a jamais quitté le niveau d'organisation cérébral, comme en fait foi la boîte des niveaux d'organisation avec son « niveau cérébral » en rouge.

Or c'est cette boîte qui va nous permettre maintenant de regarder ce qui se passe à d'autres échelles que l'échelle macroscopique du niveau cérébral. On va pouvoir par exemple aller voir ce qui se passe **au niveau des cellules du système moteur** (en revenant ici au niveau débutant).

On va par exemple suivre le long prolongement d'une cellule nerveuse du cortex moteur primaire qui quitte le cerveau pour descendre jusque dans la moelle épinière au centre de notre colonne vertébrale. Rendue à une certaine hauteur, cette cellule nerveuse va établir une connexion avec une autre cellule nerveuse située dans la moelle épinière que l'on appelle motoneurone, dont le prolongement va ensuite suivre un nerf dans un bras ou dans une jambe pour aller faire se contracter un muscle.

Comment le motoneurone va-t-il faire contracter ce muscle ? Pour comprendre les mécanismes de la contraction musculaire, il faut zoomer encore davantage et aller voir ce qui se passe **au niveau moléculaire**, grâce à notre boîte des niveaux d'organisation.

On y explique alors qu'à l'endroit où le prolongement du motoneurone vient tout près du muscle, il y a certaines molécules appelées « neurotransmetteurs » qui vont être relâchées et qui vont aller se fixer sur des petits canaux situés sur le muscle. Cette fixation va provoquer l'ouverture de ces canaux qui vont permettre l'entrée de sodium dans le muscle et ainsi

provoquer sa contraction.

On peut aussi se demander ce qui se passe dans le psychisme de l'individu pendant que se déroulent tous ces phénomènes au niveau cérébral, cellulaire et moléculaire. On peut alors sélectionner le niveau psychologique qui nous amène vers une page dont le sujet est **l'imagerie mentale d'une action** (au niveau intermédiaire ici). Finalement, on peut aussi s'intéresser à **un aspect social du mouvement** comme l'organisation du travail manuel au temps du taylorisme qui a donné naissance au travail à la chaîne.

L'idée des niveaux d'organisation, c'est de faire prendre conscience, dans l'exemple qui nous intéresse ici, que lorsqu'un ouvrier travaille dans une usine, il visualise constamment ses mouvements, activant ainsi certaines régions de son cortex qui, par l'entremise de ses cellules nerveuses, va envoyer un message jusqu'aux muscles qui eux vont finalement se contracter pour donner un coup de marteau !

Voilà aussi comment, en choisissant de structurer ainsi ce site en 5 niveaux d'organisation, je parviens à régler le cas de mon autre grande frustration...

### **Des capsules pour expliquer la démarche scientifique**

Peut-être un mot en terminant sur les petites capsule que vous retrouvez un peu partout dans les pages de contenu du site. Il s'agit simplement de liens qui mènent vers d'autres sites web et qui ont été choisi pour leur pertinence avec le sujet traité dans la page en question. Le code de couleur est le même et indique le niveau de difficulté de l'information qui est présenté sur ces sites. Quant aux **5 différents petits symboles qu'elles affichent**, ils donnent une idée du type d'information qu'on y retrouve : des capsules " Expérience " qui rapportent une expérience scientifique, des capsules " Histoire " qui rappellent les circonstances entourant une découverte fondamentale, des capsules " Liens " qui renvoient simplement à d'autres sites sur le web qui traitent du même sujet que celui que vous étiez en train d'explorer, des capsules " Outil " qui présentent un appareil concret, une technique ou un outil conceptuel c'est-à-dire un modèle ou une théorie, et finalement des capsules " Chercheur " qui font découvrir une ou un chercheur travaillant actuellement sur le sujet abordé.

Tout cela dans le but bien sûr de profiter de tous les autres sites accessibles par Internet, mais aussi pour attirer l'attention sur le fait que l'information contenu dans ce site ou dans n'importe quel bouquin d'une discipline scientifique a été mise en évidence par des chercheurs qui ont des noms, qui travaillent dans telle ou telle ville dans le monde, qu'ils ont fait telle et telle expérience, ont utilisé tel ou tel outil et surtout qu'ils se sont appuyés sur d'innombrables recherches avant eux qui leur ont permis de faire leurs hypothèses et de faire avancer un petit peu la science. Donc il y a une volonté de donner une image plus concrète et plus juste de la science, en montrant ses réussites mais aussi ses échecs, ses tâtonnements et ses controverses.

### **Le Copyleft**

Enfin je ne voudrais pas vous laisser sans attirer votre attention sur le fait que tout le contenu de

ce site est **sous Copyleft**, un moyen de donner accès gratuitement au fruit d'un travail original et d'encourager la reproduction (et même la modification) de ce travail d'une façon tout aussi gratuite pour en faire bénéficier le plus grand nombre.

Il s'agit donc d'une démarche radicalement à l'opposé du " copyright " traditionnel qui semble de nos jours vouloir s'étendre à absolument tout (gènes, propriété intellectuelle, etc.). Et comme Le Cerveau à tous les Niveaux a été conçu dans un esprit de partage des connaissances, la philosophie du Copyleft s'appliquait ici parfaitement.

En conclusion, je dirais que Le Cerveau à tous les Niveaux se veut autant une passerelle entre les chercheurs et le public qu'un outil pour mieux se comprendre. Ce site est financé par **l'Institut des Neurosciences, de la Santé Mentale et des Toxicomanies**, l'un des 13 **Instituts de recherche en santé du Canada**.

- > Le cerveau à tous les niveaux  
par **MbHarriton**

J'apprends beaucoup a chaque fois que je consulte LE CERVEAU A TOUS LES NIVEAUX et vous en suis tres reconnaissante. J'ai tout specialement etudie la capsule sur les AIRES DE BRODMANN et aimerai savoir ou se trouve l'aire # 25 qui aurait a voir avec la depressionPourriez-vous m'aider ?  
Merci MBH

- > Le cerveau à tous les niveaux  
par **Laurent Montanier**

J'ai travaillé comme médiateur scientifique au Palais de la Découverte à Paris et je vous adresse mes chaleureuses et sincères félicitations ! Vous avez eu le courage de faire face à la complexité de la transmission de la connaissance scientifique au grand public, et la structure multidimensionnelle que vous nous proposez est la meilleure proposition que j'ai jamais vue à ce jour ! Je ne peux que souhaiter que cette structure par niveaux d'explication, thèmes d'entrée, sous-thèmes, et niveaux d'organisation soit reprise dans d'autres domaines de la connaissance et inspire de nombreux professeurs, directeurs d'universités, journalistes, designers de sites Internet et conservateurs de musées !