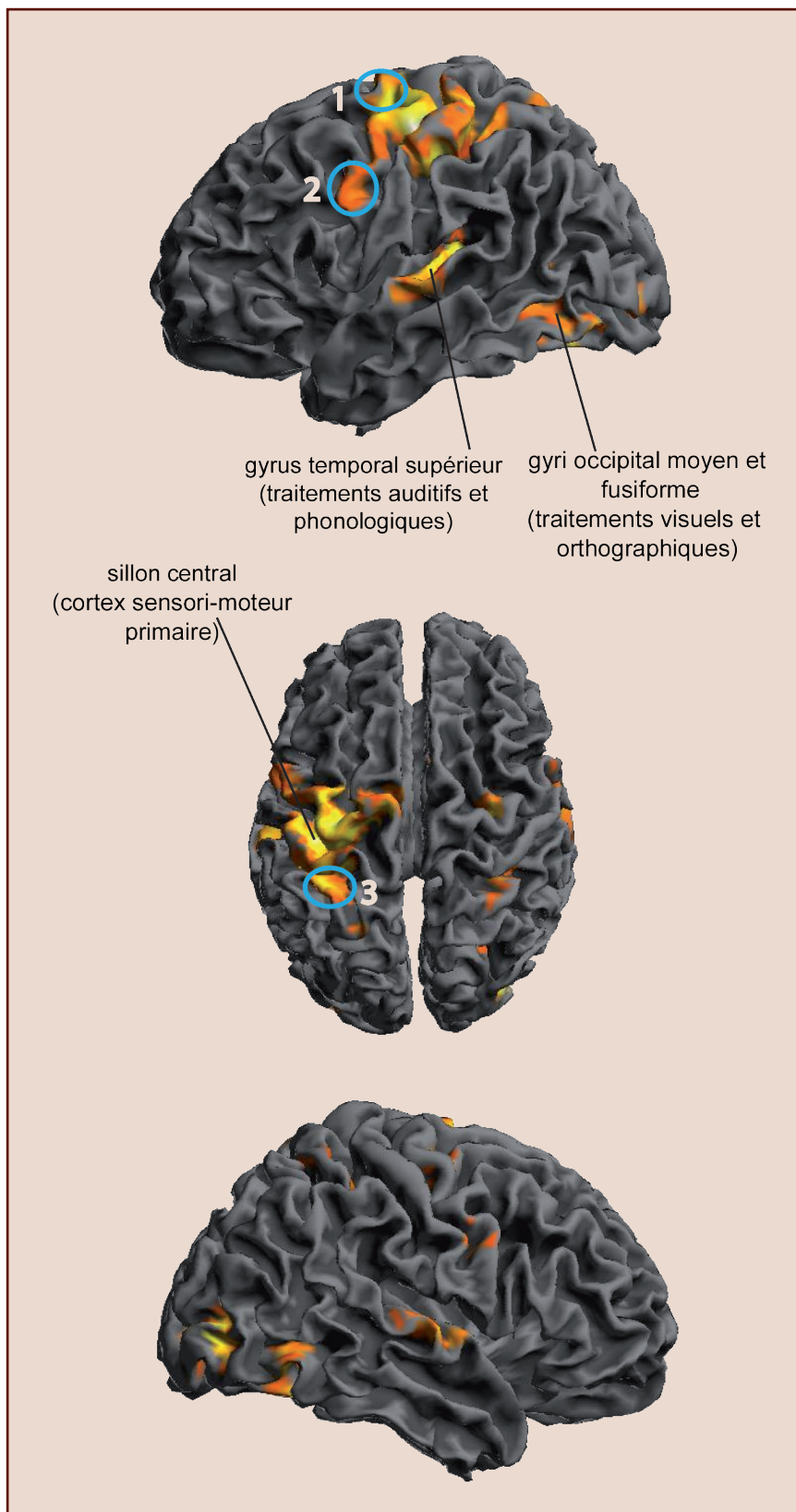


la Lettre

LA LETTRE DES NEUROSCIENCES / PRINTEMPS-ÉTÉ 2014

NUMÉRO

46



■

Éditorial 3

Histoire des Neurosciences 4
Un siècle après Babinski, faut-il
toujours parler d'anosognosie ?

Dossier 7
Neurolinguistique - Partie 2
Donner du sens au langage

Tribune libre 19
L'expérimentation animale
en danger, la communauté
scientifique ne peut plus rester en
dehors du débat

Nouveautés en neurosciences 23
Le Restaurant, un Living Lab dédié
à l'étude de l'alimentation

Vie de la Société 25
Bilan de la mandature
de la CSS neurosciences
neuroendocrinologie, neurologie,
mandature 2008-2012

Soutiens Jeunes Chercheurs

12^e Colloque de la Société des
Neurosciences, Montpellier 2015

La Lettre des Neurosciences
est éditée par la Société des Neurosciences

Université Bordeaux Segalen · case 67
146, rue Léo-Saignat
33076 Bordeaux Cedex · France
Tél. : +(0)5 57 57 37 40 | Fax : +(0)5 57 57 36 69
info@societe-neurosciences.fr
www.neurosciences.asso.fr

Directeur de la publication-Rédacteur en Chef:

Yves Tillet
INRA, PRC, CNRS UMR 7247, Université de Tours,
IFCE, Centre de Recherche INRA Val de Loire
37380 Nouzilly, Fax: +(0)2 47 42 77 43
yves.tillet@societe-neurosciences.fr

Fabrication: I. Conjat, J.-M. Israel, J.-F. Renaudon

Dessins : P. Ciofi

Concept maquette: Mazarine communication

Comité de rédaction:

J.-G. Barbara (Paris), D. Blum (Lille),
C. Cleren (Rouen), A. Didier (Lyon),
F. Eustache (Caen), S. Gaillard (Strasbourg),
M. Garret (Bordeaux), J.-L. Gonzalez De Aguilar
(Strasbourg), S. Pinto (Aix-en-Provence), A. Réaux-
Le Goazigo (Paris).

Ont participé à ce numéro:

F.-X. Alario, V. Boulenger, S. Dufour, P. Ford
Dominey, F. Eustache, A. Giboreau, M. Habib,
M. Hainselein, M. Hamon, S. Kandel,
F. Lachapelle, M. Longcamp, T. Nazir,
M.P. Martres, C. Pattamadilok, L. Pourcelot,
P. Quinette, A. Réaux-Le Goazigo, W. Rostène,
J.L. Velay, P. Vernier, F. Viader, J. Ziegler.

Rappel : dates limites pour nous adresser vos textes et
annonces : le 31 janvier pour le numéro de printemps,
et le 1^{er} septembre pour le numéro d'hiver.

Photographie de couverture :

*Activations cérébrales au cours de l'écriture chez
un groupe de jeunes adultes droitiers. (Voir légende
complète page 13)*

■ Les neurosciences s'étendent vers des disciplines très variées et se retrouvent parfois dans des domaines pour le moins inattendus comme la gastronomie : le plaisir de la table trouve bien évidemment son origine dans le cerveau.

PAR YVES TILLET



Pour en savoir plus, je vous invite à découvrir l'article préparé par Anne Didier et Agnès Giboreau à propos d'un nouveau concept de recherche translationnelle, le « living lab ». Celui-ci, « Le Restaurant », est un véritable laboratoire de recherche, rattaché à l'Institut de Recherches Paul Bocuse près de Lyon et dirigé par Agnès Giboreau. Ce living lab permet d'étudier nos comportements alimentaires en vraie grandeur, la salle à manger du restaurant est ainsi équipée comme un véritable laboratoire d'observation, avec des caméras et des systèmes d'enregistrements du comportement des convives. Je pense qu'à l'idée d'aller déjeuner à l'Institut de Recherches Paul Bocuse, nombreux seront celles et ceux qui auront envie d'être inclus dans un protocole de recherches !

Toujours dans le domaine expérimental, après la réflexion sur la conscience animale remarquablement abordé dans le n°45 de la Lettre par Georges Chapouthier, je vous invite à lire dans ce numéro la *Tribune Libre* de François Lachapelle sur l'évolution de l'expérimentation animale et notamment son appel aux chercheurs à intervenir dans ce débat. L'expérimentation animale est indispensable à l'étude du système nerveux et il est de la responsabilité de chacun de veiller à ce que nous puissions continuer à utiliser des modèles animaux dans notre discipline. Ces deux textes se complètent remarquablement bien et il me semble que le premier peut aider à comprendre les contraintes de l'expérimentation animale exposées dans le second.

Dans ce numéro, vous trouverez bien sur la seconde partie du *Dossier* consacré à la neurolinguistique, toujours sous la houlette de Serge Pinto et Marc Sato, où est plus particulièrement abordée l'approche psychologique des traitements linguistiques, ou encore comment les expériences sensorimotrices et émotionnelles participent à donner du sens au langage. Cette discipline s'enrichit de l'apport de la puissance du traitement informatique pour la modélisation des traitements langagiers, actuellement au cœur des recherches en neurolinguistiques. Les troubles de la compréhension et de la lecture ne sont pas oubliés, vous en trouverez deux exemples, même s'ils auraient mérité à eux seuls un dossier complet.

Il y a un siècle, Joseph Babinski, à Paris, décrivait pour la première fois, l'anosognosie, un phénomène caractérisé par l'ignorance que les malades ont de l'existence de la paralysie dont ils sont atteints. Fausto Viader dans la rubrique *Histoire des neurosciences* nous relate cette période et il l'analyse à la lumière des recherches entreprises depuis. Ainsi, il nous explique que malgré de nombreuses études, la compréhension de ce phénomène n'est toujours pas complètement élucidée. En regard de ce remarquable article, l'encadré de Mathieu Hainselin et collaborateurs fait un point sur « la méconnaissance des troubles de la mémoire dans l'ictus amnésique idiopathique » aujourd'hui. Cent ans après la description de Babinski, tout n'est pas résolu. Il reste de nombreux points à éclaircir et du chemin à parcourir.

Enfin, je recommande à chacun, et pas uniquement à nos amis de l'Inserm, la lecture de l'analyse réalisée par Willam Rostène et ses collaboratrices sur le bilan de la mandature 2008-2012 de la CSS « neurosciences, neuroendocrinologie et neurologie » de l'Inserm. Elle reflète la situation d'une partie importante des membres de la Société. Hélas, nous ne disposons pas d'informations comparables pour les autres organismes de recherche tels que le CNRS où les neurosciences sont réparties dans plusieurs commissions, une analyse semblable permettrait peut-être de confirmer ces observations à un plus grand nombre de laboratoires.

La *Vie de la Société*, c'est également la tenue des colloques et je vous invite à nous retrouver à Lille en Mai pour les premières journées scientifiques hors congrès bisannuel puis à Milan en juillet pour le 9^e Forum de la FENS. En attendant, je vous souhaite une très bonne lecture !

Un siècle après Babinski, faut-il toujours parler d'anosognosie ?

| PAR FAUSTO VIADER



« Je désire attirer l'attention sur un trouble mental que j'ai eu l'occasion d'observer dans l'hémiplégie cérébrale, et qui consiste dans ce fait que les malades ignorent ou paraissent ignorer l'existence de la paralysie dont ils sont atteints ». (...) « Il est, je crois, permis de se servir d'un néologisme pour désigner cet état et de l'appeler *anosognosie* ».

Ainsi Joseph Jules François Félix Babinski grave-t-il dans le marbre de l'histoire de la médecine, ce 11 juin 1914 (1) à la Société de Neurologie de Paris, un terme aujourd'hui universellement employé, pour décrire le comportement de deux patientes, atteintes d'une hémiplégie gauche dont elles nient l'existence. Clinicien attentif, il dit avoir « observé aussi quelques hémiplégiques qui, sans ignorer l'existence de leur paralysie, semblaient n'y attacher aucune importance, comme s'il se fût agi d'un malaise insignifiant. Un pareil état pourrait être dénommé anosodiaphorie (« adiaphoria », indifférence, insouciance) ». Il se demande, dans son analyse, si l'anosognosie de l'hémiplégie est « feinte » ou bien « réelle », sans se prononcer fermement entre les deux. Il termine cette présentation historique par une question : « L'anosognosie serait-elle particulière aux lésions occupant l'hémisphère droit ? Il est intéressant de noter que, dans la discussion qui suit la présentation de Babinski, des intervenants éminents (Achille Souques, Gilbert Ballet, Henry Meige ou Henri Claude) mentionnent des cas semblables qu'ils ont observés mais dont ils n'ont pas fait une présentation académique. La découverte n'est donc pas celle du phénomène, mais bien de sa singularité, et c'est l'un des grands mérites de Babinski, même s'il n'a pas été le premier à le décrire, que de lui avoir donné un nom. Indépendamment de la nature exacte du trouble, son mécanisme est discuté et une grande importance est alors accordée à l'existence des troubles sensoriels associés à l'hémiplégie. Toutefois, Pierre Marie, qui participe aussi à cette séance, s'interroge sur la spécificité du phénomène, ce qu'il précisera lors d'une autre présentation de Babinski en 1918 (2) sur le même sujet, en prenant l'exemple de l'hémianopsie. Pour lui, l'anosognosie est « un phénomène psychique d'ordre général (...) qui n'en mérite pas moins d'être étudié dans le détail ». L'anosognosie de l'hémiplégie fera encore l'objet de deux présentations à la Société de Neurologie, en 1923 et 1924 (3, 4).

Pourtant, bien avant d'être baptisée par Babinski, l'anosognosie avait déjà fait l'objet de mentions et même de descriptions, dont il ne semble pas avoir eu connaissance ou auxquelles il n'avait pas prêté attention.

Ainsi, Von Monakow (cité par 5) rapporte dès 1885 deux cas de cécité dont les patients n'étaient pas conscients (« unaware » dans la traduction des auteurs). Dejerine lui-même avait présenté avec Vialet en 1893 (6) le cas d'un patient qui « quoiqu'il ne distingue plus rien du tout, ne veut pas avouer sa cécité ». Cette formulation, peut-être comme chez Babinski plus tard, témoigne d'un doute des auteurs, non seulement sur la capacité, mais sur la volonté du patient de reconnaître son déficit, mais ce point n'est pas discuté dans l'article.

C'est cependant à Gabriel Anton, neuropsychiatre à Graz, que l'on doit, en 1896 puis en 1898 (7-8), les descriptions les plus détaillées de méconnaissance d'un déficit neurologique, à la fois cliniques et anatomo-pathologiques. Dès 1896 (7), il souligne la variété des circonstances possibles de sa survenue : cécité, surdité, aphasie sensorielle, hémiplégie. Dans la formulation d'Anton (8), les patients ont perdu la connaissance de leur trouble, ils ne sont pas capables de l'apprécier : « sie sind für diese Defekte seelenblind » (« ils sont mentalement aveugles à ce trouble »). Anton (1896) souligne aussi dans le cas de l'hémiplégie, comme le feront de nombreux auteurs par la suite, le lien entre la méconnaissance (« unbewusst ») du déficit et l'atteinte de la sensibilité proprioceptive : « so gibt es hemiplegische Kranke mit Verlust der Bewegungsgefühle, welche nicht wissen, dass sie gelähmt sind » (« il y a par exemple des malades hémiplégiques avec un déficit du sens du mouvement qui ne savent pas qu'ils sont paralysés »). Anton conclut prudemment son article en indiquant d'une part, qu'il ne tentera pas d'expliquer le phénomène sur la base des connaissances de l'époque et d'autre part, qu'il est particulièrement difficile de

(SUITE PAGE 6)



LA MÉCONNAISSANCE DES TROUBLES DE LA MÉMOIRE DANS L'ICTUS AMNÉSIQUE IDIOPATHIQUE

PAR MATHIEU HAINSELIN, PEGGY QUINETTE, FAUSTO VIADER ET FRANCIS EUSTACHE (CRP-CPO, Université de Picardie Jules Verne, Inserm, EPHE, Université de Caen, CHU de Caen)

// Notre équipe a étudié la méconnaissance des troubles dans l'ictus amnésique idiopathique (IA), une forme transitoire d'amnésie massive d'apparition soudaine dont l'étiologie est inconnue (1).

Aucun consensus n'émerge dans la littérature, les patients étant décrits comme partiellement ou totalement conscients de leurs déficits mnésiques alors que d'autres méconnaîtraient totalement leur amnésie. Ces discordances entre les études pourraient avoir plusieurs types de causes comme les modalités de l'évaluation de la méconnaissance des troubles (patients parfois non questionnés spécifiquement sur leur mémoire) ou le moment de réalisation de cette évaluation au cours de l'IA: de la phase aiguë (aucun nouveau souvenir possible) au lendemain en passant par la phase de récupération (certains nouveaux souvenirs possibles malgré la persistance de certains troubles mnésiques). Cette étude visait à évaluer systématiquement la connaissance que les patients avaient

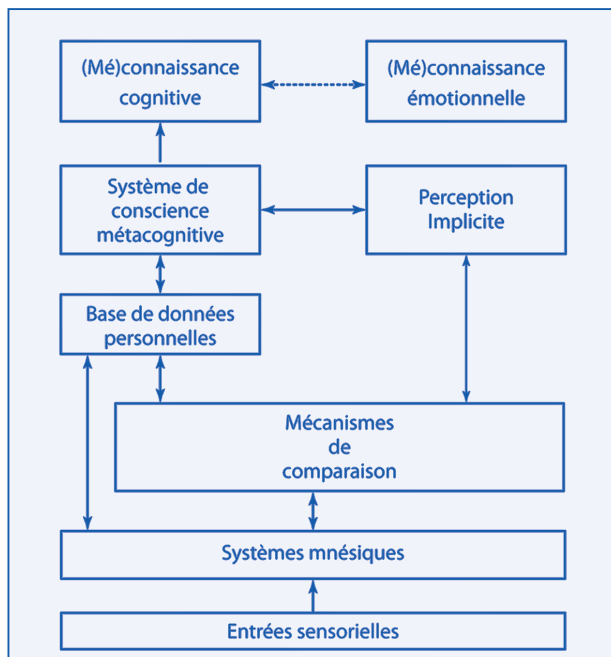


Figure 1 - Représentation de la méconnaissance des troubles, adaptée de Morris & Mograbi (4). Les informations sur les performances actuelles (« j'ai oublié mes clefs ») sont traitées par les systèmes mnésiques via des entrées sensorielles puis par des mécanismes de comparaison, en lien avec une base de données personnelles contenant nos expériences passées (« habituellement, je n'oublie pas mes clefs »). Le système de conscience métacognitive permet, dans un fonctionnement normal, l'émergence d'une connaissance cognitive explicite du déficit (« j'ai oublié mes clefs alors que ce n'est pas le cas habituellement »). Si ce système de conscience métacognitive, les mécanismes de comparaison ou les systèmes mnésiques ne sont pas fonctionnels, une perception implicite peut entraîner une manifestation émotionnelle, comme dans l'ictus amnésique où les patients sont anxieux. Les liens (en pointillés) entre ces deux formes de (mé)connaissance, cognitive et émotionnelle, restent, un siècle après Babinski, méconnus.

de l'amnésie ainsi que les modifications de l'humeur au cours de l'IA: 52 patients (20 durant la phase aiguë, 16 au cours de la phase de récupération et 16 le lendemain de l'épisode) ainsi que 14 sujets sains appariés ont été inclus.

L'échelle, mise au point pour évaluer la connaissance explicite des troubles mnésiques, est inspirée des travaux de Bisiach *et al.* (2) dans l'héminégligence. L'expérimentateur devait tout d'abord demander au patient s'il avait connaissance d'un déficit mnésique. Si ce n'était pas le cas, une tâche de rappel d'histoire, pour laquelle le patient échouait systématiquement, était proposée afin de mettre en évidence le déficit mnésique. Les patients pouvaient obtenir un score de 0 à 3 sur l'échelle suivante, dont les deux derniers rangs (2 et 3) permettaient d'identifier une méconnaissance de l'amnésie durant l'IA:

- Rang 0: le patient rapporte spontanément un déficit mnésique
- Rang 1: le patient rapporte un déficit mnésique une fois spécifiquement interrogé à ce sujet.
- Rang 2: le patient rapporte un déficit mnésique après un échec à une tâche de rappel d'histoire
- Rang 3: le patient ne rapporte aucun déficit mnésique, y compris après un échec à une tâche de rappel d'histoire.

Nous avons ainsi montré un déficit de connaissance explicite des troubles mnésiques chez 31 des 36 patients (20 au rang 2 et 11 au rang 3) durant la phase aiguë (11 au rang 2 et 7 au rang 3) et de récupération (9 au rang 2 et 4 au rang 3), les rangs 2 et 3 étant significativement plus fréquemment retrouvés que les rangs 0 et 1. Ainsi, les patients n'ont pas une connaissance explicite de leurs déficits mnésiques durant l'IA. Pour autant, ils présentent une dissociation entre le vécu cognitif (méconnaissance) et émotionnel, avec des signes d'anxiété, une humeur plus triste et une inquiétude qui pourraient témoigner d'une certaine connaissance de leurs troubles, d'autant que des signes d'inquiétude sont décrits par les proches en dehors du contexte anxigène d'hospitalisation.

Au final, nous pourrions résumer le vécu et la connaissance des patients durant l'IA par la question suivante: « quelque chose ne va pas mais quoi? ». Sur le plan théorique, cette étude permet de mettre en évidence un profil de méconnaissance unique suggéré dans de récentes modélisations (3-4), mais jamais décrit, en distinguant deux formes de méconnaissance et pose la question de la sémantique de la connaissance des troubles. Nous proposons, plutôt que de parler d'anosognosie ou de déni, d'utiliser le terme de méconnaissance, avec une précision selon qu'il s'agisse d'une méconnaissance cognitive (absence de verbalisation explicite du trouble) ou émotionnelle (présence de modification thymique ou comportementale). Les futures recherches devront s'intéresser tout particulièrement à l'interaction entre ces deux formes de méconnaissance, ainsi qu'à leurs sous-jacents cérébraux respectifs et communs (voir figure 1). //

mathieu.hainselin@u-picardie.fr
quinette-p@chu-caen.fr
viader-f@chu-caen.fr
eustache-f@chu-caen.fr

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Hainselin, M., Quinette, P., Desgranges, B., Martinaud, O., de La Sayette, V., Hannequin, D., Viader, F., Eustache, F. (2012). *Cortex*, 48, 1079-84.
- (2) Bisiach, E., Vallar, G., Perani, D., Papagno, C., & Berti, A. (1986). *Neuropsychologia*, 24, 471-482.
- (3) Mograbi, D. C., & Morris, R. G. (2013). *Cognitive Neuroscience*, 4, 181-197.
- (4) Morris, R. G., & Mograbi, D. C. (2013). *Cortex*, 49(6), 1553-65.



Histoire des Neurosciences

(SUITE DE LA PAGE 4)

se représenter subjectivement l'état mental de ces patients. De nombreux autres cas seront rapportés au tournant du siècle, presque tous en langue allemande (cf. 5 pour revue). Le nom de Gabriel Anton rejoindra finalement celui de Joseph Babinski dans le syndrome éponyme, qui désigne aujourd'hui l'anosognosie de la cécité centrale.

Cent ans après son avènement au lexique de la neurologie, l'anosognosie est loin d'avoir livré tous ses secrets. Aujourd'hui encore, le débat sur la nature des dysfonctionnements qui conduisent à ce trouble singulier est vivace (cf. 9 pour revue). La nature exacte de la fonction défaillante chez les sujets atteints d'anosognosie et l'existence même d'une telle fonction, ont fait l'objet de multiples travaux. Dans la première moitié du XX^e siècle, une part importante a été accordée au « schéma corporel », un concept en vogue à cette époque. Encore fallait-il distinguer deux formes d'anosognosie, « focale » et « diffuse » (10), faisant intervenir dans certains cas un élément de confusion mentale, dans d'autres, une asomatognosie (la méconnaissance de l'hémiplégie étant liée à celle de l'hémicorps paralysé). Un important courant d'idées, porté par Weinstein et Kahn (11) à partir de la fin des années 1940, a mis en avant les mécanismes de déni. Là encore, l'anosognosie est considérée comme dépourvue de spécificité, et comme une réaction de défense du sujet face à la menace que représente la maladie (« the manifestation of the patient's drive to be well »). Sa survenue est déterminée par une conjonction de facteurs parmi lesquels figurent non seulement les lésions cérébrales, mais aussi un certain degré d'obscurcissement de la conscience et des facteurs psychologiques dépendant de la personnalité prémorbide du patient. Ce type d'explication ne peut cependant rendre compte des nombreux cas d'anosognosie observés en dehors de toute altération de la vigilance et de tout contexte psychopathologique. L'avènement de la neuropsychologie cognitive a inspiré à son tour, ces 25 dernières années, de nouveaux modèles, de nature résolument modulaire. En 1989, Mc Glynn et Schacter (12) postulent l'existence d'un système appelé Conscious Awareness System (CAS), nécessaire à la perception consciente de toute expérience. Le CAS s'inscrit dans le contexte plus large du système « DICE » (Dissociable Interaction and Conscious Experience), imaginé pour formuler une théorie de la dissociation entre processus implicites et explicites. Le CAS serait articulé d'un côté avec des « modules » représentant différentes catégories d'information et d'un autre, avec un système exécutif. D'un point de vue anatomique, il mettrait en jeu les lobes pariétaux et le cingulum postérieur, et le système exécutif, impliquant logiquement le cortex frontal. Suivant la place de la lésion dans la chaîne « modules-CAS-système exécutif », l'anosognosie pourrait affecter une ou plusieurs modalités élémentaires, ou encore des troubles des fonctions cognitives comme l'aphasie ou l'amnésie. Dans ce dernier cas pourtant, l'anosognosie est très variable. Elle est massive dans le syndrome de Korsakoff alcoolique, mais d'autres amnésiques peuvent conserver une certaine conscience de leur trouble, même si la connaissance qu'ils en ont est incomplète ou inexacte (cf. encadré). Un an plus tard, Levine

(13) observe que, si la sensation s'impose immédiatement à la conscience, l'absence de perception nécessite, elle, une opération mentale qui peut être compromise soit par une défaillance unimodale, propre à la fonction considérée, soit par une défaillance supra-modale comme celle qui serait due à un affaiblissement de la vigilance. Un tel modèle ne pourrait expliquer l'anosognosie de l'hémiplégie que dans les cas associés à des troubles sensitifs importants. En 1994, Gold et al (14) suggèrent que la prise de conscience de la paralysie repose sur la discordance entre la perception de « l'intention de bouger » et la constatation de l'absence de mouvement. En cas d'anosognosie, l'information en provenance des aires motrices n'est pas transmise aux aires somesthésiques ce qui entraîne la perte de cette discordance et donc la non détection de la paralysie. Cette explication ne vaut que pour l'anosognosie de l'hémiplégie. Vuilleumier propose, quant à lui, en 2004 (15) un modèle dit « ABC » (Appreciation, Belief, Check), visant à intégrer les différents facteurs déficitaires, cognitifs, affectifs et motivationnels.

Il émerge de ces différents travaux, malgré leurs divergences, l'idée commune que la perception consciente d'un déficit résulte d'un processus actif, qui peut s'avérer totalement ou partiellement défaillant du fait d'une lésion focale du cerveau, mais aussi d'une altération plus globale des fonctions cognitives, voire sous l'effet d'une répression de nature psycho-affective. Quelle que soit la modélisation proposée pour ce processus, elle devra pouvoir laisser ouverte la possibilité d'intervention de ces multiples facteurs, afin de rendre compte de la complexité de la réalité clinique.

N'ayant pu accéder aux fonctions de professeur, Joseph Babinski se contenta, si l'on peut dire, d'être le clinicien exceptionnel dont les neurologues du monde entier connaissent le nom, et qui a puissamment contribué à la connaissance que nous avons aujourd'hui de la sémiologie neurologique (16). Il nous a laissé en héritage le terme d'anosognosie. On ne saurait lui tenir rigueur de ne pas nous avoir livré les clés d'un mystère que nous peinons toujours, un siècle plus tard, à élucider.

viader-f@chu-caen.fr

RÉFÉRENCES

- (1) Babinski J (1914). *Rev Neurol (Paris)*; 27: 845-848
- (2) Babinski J (1918). *Rev Neurol (Paris)*; 31: 365-367
- (3) Babinski J (1923). *Rev Neurol (Paris)*; 39: 731-732
- (4) Joltrain E, présenté par M Babinski (1924). *Société de Neurologie de Paris, séance du 4 décembre 1924. Rev Neurol (Paris)*; 31: 638-640
- (5) Redlich FC, Dorsey JF (1945). *Arch Neurol Psychiatry*; 53: 407-417
- (6) Dejerine J, Vialet N (1893). *Comptes rendus de la Société de Biologie*; 11: 983-987
- (7) Anton G (1896). *Mitteilungen des Vereines der Ärzte in Steiermark*; 33: 41-46
- (8) Anton G (1898). *Wiener klinische Wochenschrift*; 11: 227-229
- (9) Viader F (2008). *Traité de Neuropsychologie Clinique (Lechevalier, Eustache et Viader eds.)*, de Boeck, Bruxelles, p. 650-669
- (10) Sandifer PH (1946). *Brain*; 69: 122-137
- (11) Weinstein EA, Kahn RL (1950). *Arch Neurol Psychiatry*; 64: 772-791
- (12) Mc Glynn SM, Schacter D (1989). *J Clin Exp Neuropsychol*; 11: 143-205
- (13) Levine DN (1990). *Brain Cogn*; 13: 233-281
- (14) Gold M, Adair JC, Jacobs DH, Heilman KM (1994). *Neurology*; 44: 1804-1808
- (15) Vuilleumier P (2004). *Cortex*; 40: 9-17
- (16) Philippon J, Poirier J (2009). *Joseph Babinski: a biography. Oxford University Press, New York USA*

Neurolinguistique - *Partie 2*

Donner du sens au langage

| COORDONNÉ PAR SERGE PINTO ET MARC SATO

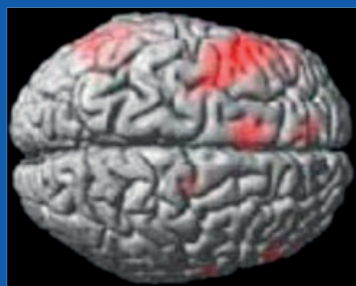


La première partie de ce Dossier (*Lettre des neurosciences 45, automne-hiver 2013*) nous avait permis de considérer la parole et le langage à travers leurs expressions motrices, sensorielles et cognitives. L'identification de réseaux anatomiques sous-tendant une double voie fonctionnelle, ventrale (liée aux fonctions lexico-sémantiques) et dorsale (impliquée

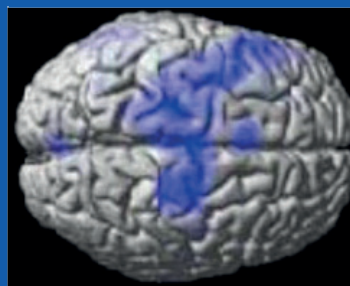
mentaires de compréhension de ce phénomène. Une brève description de l'approche psychologique des traitements linguistiques (« *Psychologie cognitive du langage* ») nous permettra d'appréhender les concepts fondamentaux du traitement du langage. Donner du sens au langage, c'est aussi intégrer que les expériences sensorimotrices et émotionnelles vécues lors de nos interactions avec l'environnement concourent à la construction du sens (« *Le langage incarné : des liens entre sens des mots et système moteur* »).

Dans ce contexte, le langage écrit est un très bon exemple pour comprendre ce phénomène (« *L'écriture : gestes, lettres, mots, et cerveau* »). Enfin, à l'heure de la remise en question des formalismes linguistiques issus de la fin du XX^e siècle, la modélisation informatique des traitements langagiers est une approche plus que novatrice et résolument au cœur des recherches actuelles (« *Extraire du sens aux phrases : l'apport de la neurolinguistique computationnelle* »).

« PRENDRE LA MOUCHE » OU « MARCHER SUR DES ŒUFS » ACTIVE LE CORTEX MOTEUR DE FAÇON SOMATOTOPIQUE



« Jean prend la mouche »



« Jean marche sur des œufs »

Soulignant les interactions étroites entre les systèmes sensorimoteur et langagier, la lecture et la compréhension d'expressions idiomatiques incluant des verbes d'actions impliquent l'activation de différentes parties du cortex moteur (voir l'article de Véronique Boulenger et Tatjana Nazir, page 10)»

dans les traitements phonologiques et d'intégration sensorimotrice), a permis une meilleure compréhension des mécanismes neuraux impliqués dans le traitement de la parole et du langage. Des tentatives de confrontation entre bases neurobiologiques et modèles (psycho)linguistiques suggèrent que ces mêmes réseaux cérébraux peuvent ainsi traiter des tâches linguistiques très différentes tout en convergeant vers un seul et même but : communiquer et donc donner du sens à la parole.

Les contributions de la deuxième partie de ce Dossier ont pour objectif d'apporter aux lecteurs des éléments supplé-

mentaires de compréhension de ce phénomène. Une brève description de l'approche psychologique des traitements linguistiques (« *Psychologie cognitive du langage* ») nous permettra d'appréhender les concepts fondamentaux du traitement du langage. Donner du sens au langage, c'est aussi intégrer que les expériences sensorimotrices et émotionnelles vécues lors de nos interactions avec l'environnement concourent à la construction du sens (« *Le langage incarné : des liens entre sens des mots et système moteur* »).

Nous espérons que ce Dossier aura permis aux lecteurs de découvrir un vaste champ disciplinaire peut-être encore méconnu, qui s'ancre fortement et œuvre tout autant au développement des Neurosciences. Bonne lecture !

PSYCHOLOGIE COGNITIVE DU LANGAGE

F.-XAVIER ALARIO (CNRS, LPC UMR 7290, Marseille),
SOPHIE DUFOUR & CHOTIGA PATTAMADILOK
(CNRS, LPC UMR 7290, Marseille)

Nous proposons un bref panorama de l'approche psychologique des traitements linguistiques. Pour cela, nous partons d'observations quotidiennes pour introduire les modèles fonctionnels cognitifs et décrivons ensuite des points de convergence avec les travaux menés en neurosciences.

Quelques phénomènes remarquables et révélateurs

Les erreurs ou approximations qu'il nous arrive de faire lorsque nous utilisons le langage révèlent l'organisation de nos connaissances linguistiques. Quelques exemples illustreront ce propos.

*...sleon une édtue de l'Uvinertisé de Cmabrigde,
l'odrrre des ltteers dnas un mto n'a pas d'ipmrotncae...*

Lorsque nous avons un mot sur le bout de la langue, nous savons ce dont nous souhaitons parler sans pouvoir retrouver le mot correspondant. Cela indique que le message à communiquer et les mots pour l'exprimer sont accessibles en mémoire de façon indépendante. Lorsque notre langue a fourché, elle ne le fait pas complètement au hasard. Dire « mis la route en four » pour le « four en route » révèle une confusion sur les mots. Par contre, dans l'erreur « berre de vière », pour « verre de bière », les mots sont à leur place mais certaines de leurs parties ont été échangées. Les régularités statistiques dans les erreurs de production caractérisent la façon dont nous préparons le langage (1). Par ailleurs, en lisant la phrase « Sleon une édtue de l'Uvinertisé de Cmabrigde, l'odrrre des ltteers dnas un mto n'a pas d'ipmrotncae », nous sommes capables, sans trop de mal, de reconstruire les orthographes correctes et d'extraire le sens. Nous mettons à contribution les connaissances que nous avons de mots pour compenser le désordre présent dans le texte (2). Enfin, pour comprendre la phrase « le chien de la voisine dort », nous établissons des relations entre différents éléments distants de la phrase. Même s'il est écrit « la voisine dort », nous concluons que c'est bien le chien et non pas la voisine qui est endormi.

Différents types de connaissances : les informations linguistiques

Les linguistes et les grammairiens ont décrit les différents types de connaissances qui sont nécessaires pour utiliser une langue. De manière schématique, les mots connus constituent le *lexique*. Leurs formes, écrites et orales, impliquent respectivement des connaissances *orthographiques* et *phonologiques*. Leurs sens font partie de nos connaissances sémantiques. La *syntaxe* permet de combiner les mots en séquences et en phrases.

Les phénomènes cités précédemment, ainsi que les résultats de nombreuses expériences menées en laboratoire, peuvent ainsi être associés à ces différents types de connaissances. Le mot sur le bout de la langue conduit à distinguer la sémantique des mots de leur forme phonologique. Les lapsus suggèrent le traitement d'unités linguistiques de différentes tailles (mots vs. phonèmes) susceptibles de générer différents types d'erreurs. L'interprétation correcte de la phrase « *le chien de la voisine dort* » révèle le décodage syntaxique. Ainsi, on peut proposer une analyse efficace de la performance et du comportement basée sur les unités linguistiques. Construire un modèle cognitif des traitements linguistiques va demander de caractériser la façon dont les différentes connaissances sont acquises et stockées en mémoire, la façon dont elles sont récupérées pour être utilisées, et les processus permettant de connecter les informations entre elles. Par exemple, pour rendre compte des processus de lecture on pourra décrire l'organisation et la dynamique d'activation des connaissances orthographiques et phonologiques. Dans ce contexte, la modélisation des processus cognitifs fait souvent appel à la notion de « représentation », un concept central et encore débattu.

Notion de représentation

Donner une définition brève de la notion de représentation n'est pas une tâche aisée (3). Admettons qu'il s'agisse de la trace mnésique d'une connaissance donnée, notamment des différents types de connaissances linguistiques évoquées ci-dessus. Par exemple, les connaissances que nous avons de la lettre « A » se reflètent dans différentes représentations concernant, entre autres aspects, ses formes visuelles (majuscule ou minuscule), ses variantes (telle écriture ou police de caractères) et sa prononciation.

Un tel concept de représentation est très utile pour rendre compte du comportement linguistique. En effet, ce comportement épouse souvent les contours des propriétés linguistiques. L'objectif d'un modèle devient alors une description des représentations présentes dans le système cognitif et de la dynamique de leur mise en œuvre lors de l'utilisation du langage. Nous décrivons des exemples de modèle ci-dessous.

D'un autre côté, ce concept de représentation a le défaut d'être parfois sur-interprété. Les représentations sont alors réifiées, passant du statut d'outil conceptuel à celui d'entité observable. Ainsi, la notion de représentation est très largement utilisée et partagée dans les champs des sciences cognitives. Toutefois sa motivation théorique reste parfois débattue, notamment en ce qui concerne les traitements linguistiques.

Modèles cognitifs du traitement du langage

Parmi les pionniers de la modélisation cognitive du langage, citons Morton et son modèle de la reconnaissance des mots (4). D'après ce modèle, chaque mot est représenté par une unité de représentation appelée « logogène » qui agit comme un compteur recevant des informations provenant de l'input sensoriel (visuel/auditif) et des informations provenant des



LE CERVEAU DYSLEXIQUE

| PAR JOHANNES ZIEGLER (Laboratoire de Psychologie Cognitive, Marseille) et MICHEL HABIB (Résodys et Centre de Référence des Troubles d'Apprentissage, Marseille)

// *... (le) lien entre le traitement visuel et le langage oral (...) est déficitaire : ceci se manifeste par une sous-activation des zones pariéto-temporales (...) en charge de l'intégration multimodale*

connaissances à long terme. Lorsque la quantité d'informations accumulée dans un logogène atteint un seuil critique, les informations associées au mot (phonologie, orthographe, etc.) deviennent disponibles et le mot est reconnu.

Ce modèle a été le principal précurseur des modèles d'activation interactive (AI) décrivant la reconnaissance de mots. Dans cette famille de modèles, trois niveaux de représentations organisées hiérarchiquement sont postulés. Ils concernent les traits (visuels ou auditifs), les lettres ou les phonèmes et les mots (5). Les versions implémentées de ces modèles permettent de mieux décrire leur dynamique, et ainsi d'établir des prédictions et des simulations précises pour décrire le comportement de sujets sains ou pathologiques (6).

Tester les modèles cognitifs avec les méthodes des neurosciences

Les psychologues ont de plus en plus recours à des techniques issues des neurosciences pour tester les modèles cognitifs de traitement du langage. Nous l'illustrerons avec deux exemples portant sur la localisation et la temporalité des traitements langagiers.

...des corrélats spécifiques de différentes représentations linguistiques sont aussi rapportés sur les bases de données intra-cérébrales...

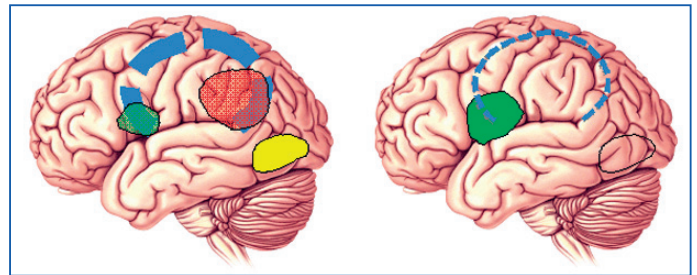
Certaines études en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) ont par exemple montré une activation de régions visuelles lors de l'écoute de stimuli de parole et, inversement, une activation de régions auditives lors de la lecture de stimuli orthographiques correspondants (7). Ces activations inter-modales renforcent l'idée de l'existence d'interactions entre les représentations phonologiques et orthographiques. En IRMf aussi, à l'aide d'un paradigme de répétition-suppression, on a pu commencer à caractériser les bases neurales liées spécifiquement à la production de syllabes (/bal/) et de phonèmes (/b/ ou /a/) (8).

Des corrélats spécifiques de différentes représentations linguistiques sont aussi rapportés sur les bases de données intra-cérébrales recueillies auprès de patients épileptiques. Dans une aire classique du langage, le gyrus frontal inférieur gauche (comprenant l'aire de Broca), des données de ce type suggèrent une organisation séquentielle des opérations linguistiques, dans des fenêtres de l'ordre de la centaine de millisecondes, lors de la production de noms ou de verbes conjugués (9).

Défis actuels à l'interface de la psychologie cognitive et des neurosciences du langage

Il est indiscutable qu'il existe une neuroscience cognitive du langage, issue de la longue tradition de l'étude des aphasies et qui s'est déployée en suivant les développements des différentes techniques d'imagerie cérébrale et de neurophysiologie. De même, les psychologues utilisent depuis longtemps les potentiels évoqués électrophysiologiques ou l'IRMf pour tester leurs hypothèses. Pour autant, ces travaux

La dyslexie est un trouble durable et sévère de l'apprentissage de la lecture qui se manifeste par une lecture lente et laborieuse souvent accompagnée d'une grande difficulté à apprendre l'orthographe des mots et en l'absence de toute autre difficulté sensorielle ou cognitive (en particulier, sans déficit de l'intelligence). Parmi tous les troubles de l'apprentissage, la dyslexie est le plus fréquent, et touche entre 5 et 10 % d'enfants. Depuis ces dernières années, grâce à l'imagerie cérébrale, on commence à mieux comprendre les bases biologiques et cérébrales de la dyslexie. Tout d'abord, il a été démontré que le cortex occipito-temporal gauche est sous-activé chez les enfants dyslexiques pendant la lecture – cette zone (en jaune sur la figure), que l'on pourrait appeler la « boîte aux lettres » du cerveau, est précisément en charge du traitement automatique et parallèle des chaînes des lettres. Elle constitue la « porte d'entrée » d'une chaîne de lettres vers les zones du langage oral situées dans les cortex temporal et frontal. Des recherches récentes ont montré



Chez les dyslexiques : sous-activation du cortex temporo-occipital et des zones pariéto-temporales ; altération du faisceau arqué ; sur-activation de l'aire de Broca

que c'est précisément ce lien entre le traitement visuel et le langage oral qui est déficitaire : ceci se manifeste par une sous-activation des zones pariéto-temporales (en rouge) en charge de l'intégration multimodale (1) et par une connectivité anormalement faible entre les cortex occipito-temporal, pariéto-temporal et frontal (2). Certaines études ont également montré une sur-activation des régions frontales (l'aire de Broca, la zone verte) et de l'hémisphère droit, ce qui reflète sans doute des mécanismes de compensation. Ces résultats ont été corroborés par des études de diffusion avec tractographie - une forme de dissection virtuelle permettant de mesurer la densité de la substance blanche – montrant une densité de substance blanche plus faible chez les enfants dyslexiques, notamment dans les zones temporo-pariétales du cerveau et tout le long d'un faisceau de fibres blanches, le faisceau arqué (en bleu) ; ce faisceau est altéré dans son volume et sa structure, et ce d'autant plus que la dyslexie est sévère (3). Trois gènes ont été précédemment reliés à la dyslexie (DYX1C1, DCDC2, KIAA0319). Ces gènes ne sont pas directement associés à la dyslexie mais plutôt à la densité de la substance blanche dans le cortex pariéto-temporal qui, quant à elle, est associée au niveau de lecture d'un enfant (4). //

joannes.ziegler@univ-amu.fr
michel.habib@resodys.org

RÉFÉRENCES

- (1) Blau, V. et al. *Brain* 133, 868-879 (2010).
- (2) Boets, B. et al. *Science* 342, 1251-1254, (2013).
- (3) Vandermosten, M. et al. *Brain* 135, 935-948, (2012).
- (4) Darki, F. et al. *Biol Psychiatry* 72, 671-676, (2012).

ne poursuivent pas toujours les mêmes buts théoriques, ils ne se fixent pas sur les mêmes critères méthodologiques et au final, ces domaines ne sont pas aussi intégrés qu'on pourrait l'imaginer ou espérer. Cependant, des efforts spécifiques pour mieux intégrer ces deux traditions sont actuellement déployés (10).

francois-xavier.alario@univ-amu.fr
sophie.dufour@lpl-aix.fr
chotiga.pattamadilok@lpl-aix.fr

RÉFÉRENCES

- (1) Rossi, M. & Peter-Defare, E. (1998). Les lapsus ou comment notre fourche a langué. Presses Universitaires de France : Paris.
- (2) Grainger, J. & Whitney, C. (2004). Trends in Cognitive Sciences, 8, 58-59.
- (3) Marr, D. (2010). Vision. A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information. The MIT Press (1ère publication en 1982).
- (4) Morton, J. (1969). Psychological Review, 76, 165-178.
- (5) McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). Psychological review, 88(5), 375-407.
- (6) Ziegler, J. C., Perry, C., & Zorzi, M. (2014). Philosophical Transactions of the Royal Society B, 369, 20120397
- (7) Dehaene, S., Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., NunesFilho, G., Jobert, A. (2010). Science, 330(6009), 1359-1364.
- (8) Peeva, M.G., Guenther, F.G., Tourville, J.A., Nieto-Castanon, A., Anton, J.-L., Nazarian, B., & Alario, F.-X. (2010). Neuroimage, 50, 626-638.
- (9) Sahin, N. T., Pinker, S., Cash, S. S., Schomer, D., & Halgren, E. (2009). Science, 326(5951), 445-449.
- (10) Poeppel, D. Emmorey, K., Hickok, G. & Pyllkanen. (2012). Journal of Neuroscience, 32, 14125-14131.

LE LANGAGE INCARNÉ : DES LIENS ENTRE SENS DES MOTS ET SYSTÈME MOTEUR

VÉRONIQUE BOULENGER (Lab. Dynamique du Langage, Lyon), TATJANA NAZIR (Lab. sur le Cerveau, le Langage et la Cognition, Bron)

Les théories de la cognition incarnée suggèrent que les processus cognitifs de haut niveau comme le langage sont ancrés dans le corps. Les expériences sensorimotrices et émotionnelles vécues lors de nos interactions avec l'environnement concourent à la construction du sens et à la compréhension du langage.

La « Révolution Cognitive » du milieu des années 50, inspirée des derniers développements en linguistique et informatique, a été marquée par l'émergence de théories de la cognition suggérant que nos connaissances sémantiques étaient organisées de manière amodale (i.e. indépendamment de la modalité à laquelle elles sont associées), et que la cognition était encapsulée, c'est-à-dire parfaitement distincte des systèmes cérébraux dédiés à la perception, l'action et l'introspection (1). Le corps était ainsi considéré comme totalement extérieur aux processus cognitifs. Ces théories amodales ont néanmoins été confrontées à deux questions cruciales : comment les symboles dits arbitraires sont-ils liés aux référents (les objets) du monde extérieur ? Par quels mécanismes sont-ils formés à partir de nos expériences perceptives et motrices et comment acquièrent-ils leur sens (2) ?

Les théories de la cognition incarnée

Ces questions laissées en suspens ont ouvert la voie à des approches radicalement différentes et, en particulier, aux théories de la « cognition incarnée » (« embodied cognition ») (2,3) qui proposent que les symboles ne puissent être totalement désincarnés et que la cognition repose inévitablement sur des représentations spécifiques aux différentes modalités sensorielles, qui cohabitent avec les représentations symboliques amodales – si elles existent. Selon cette conception incarnée, la cognition ne se résume pas au traitement symbolique mais est le fruit d'interactions étroites entre les systèmes sensorimoteur et émotionnel et les processus cognitifs de haut niveau tels que le langage. Le cerveau est ainsi inscrit dans le corps et doit être appréhendé dans sa relation avec celui-ci. Les tenants d'une cognition incarnée avancent que les expériences sensorimotrices et émotionnelles vécues par notre corps lors de nos interactions avec l'environnement sont fondamentales dans l'élaboration des représentations sémantiques. Ainsi, tout ce que nous percevons, ressentons et les actions que nous effectuons pour interagir avec les objets du monde extérieur façonnent nos représentations mentales et contribuent à la compréhension du sens, qu'il soit véhiculé à travers les comportements d'autrui, les images ou les mots. La cognition, et le langage en particulier, seraient par essence perceptivo-moteurs et partageraient des ressources avec le système sensorimoteur, tant du point de vue cognitif que neuronal.

Comprendre le sens des mots supposerait donc une ré-enaction, ou simulation, des expériences sensorielles, motrices et émotionnelles évoquées par les référents de ces mots, et recruterait des substrats cérébraux distribués au sein des régions sensorielles, motrices et émotionnelles. Par exemple, pour comprendre le sens du mot « pomme », il suffirait de réactiver, dans les aires cérébrales correspondantes, les informations liées à l'objet référent telles que sa couleur, sa forme, son goût ou encore les actions associées (e.g. croquer). L'on comprend ainsi le rôle incontestable de l'enchâssement du cerveau dans le corps pour la construction des représentations à l'origine du sens : comprendre, ce serait simuler la situation, la vivre. Mais quelles sont les preuves expérimentales permettant d'asseoir les théories d'un ancrage des processus cognitifs dans les systèmes sensorimoteur et émotionnel ?

L'enracinement du langage dans le système moteur

Les théories de la cognition incarnée, combinées au foisonnement d'études sur les processus moteurs suite à la découverte des neurones « miroirs » et à l'hypothèse d'une origine motrice du langage (4), ont provoqué un véritable enthousiasme en neurolinguistique, en particulier autour de la problématique des liens unissant le traitement du langage et le système moteur. L'un des modèles les plus influents (3) suggère que le traitement du langage repose sur des réseaux fonctionnels distribués sur les aires périsylviennes du langage (aires de Broca et de Wernicke) essentielles au traitement de l'information linguistique en général, ainsi que sur les régions traitant les informations sensorimotrices associées aux mots.

Ce modèle s'inspire du principe d'apprentissage associatif selon lequel la co-activation répétée de deux groupes neuronaux conduit à la formation d'une assemblée fonctionnelle par renforcement du poids des connexions synaptiques. Ainsi, le traitement des « mots de vision », appris dans le cadre de la perception visuelle (e.g. lors de la désignation d'objets), recruterait des assemblées distribuées sur les aires langagières et le cortex visuel occipito-temporal. Les « mots d'action » (des verbes pour la plupart), acquis en étroite relation avec l'exécution ou l'observation des actions décrites, seraient, quant à eux, codés par des réseaux distribués sur les aires du langage et les aires frontales motrices. Les modalités sensorimotrices *via* lesquelles les mots sont

appris apparaissent donc primordiales dans l'établissement de leurs représentations sémantiques.

... rôle incontestable de l'enchâssement du cerveau dans le corps pour la construction des représentations à l'origine du sens: comprendre, ce serait simuler la situation, la vivre...

Les études en IRMf étayent ce modèle en montrant une activation des régions motrices lorsque des participants exécutent des mouvements et lorsqu'ils lisent ou écoutent des mots d'action, qu'ils soient isolés (5) ou inclus dans un contexte littéral ou figuré (« Jean prend la mouche ») (6).



LES PARADOXES DE LA DÉMENCE SÉMANTIQUE

| PAR FRANCIS EUSTACHE (Caen)

// Les syndromes d'atrophie focale progressive, comme la démence sémantique, sont caractérisés par des atteintes cognitives dont la sélectivité est exacerbée par des mécanismes compensatoires et de plasticité, insoupçonnés jusqu'à récemment. La démence sémantique, ou variante temporelle de démence fronto-temporale, se caractérise par des troubles majeurs de la mémoire sémantique qui contrastent avec une préservation des aspects phonologiques et syntaxiques du langage. De plus, même s'il est imprécis, le langage conversationnel reste possible à un stade de l'évolution où les troubles lexico-sémantiques sont massifs. La démence sémantique se distingue des aphasies dégénératives non-fluents où les troubles phonologiques et syntaxiques sont au contraire au premier plan. Dans ces maladies neurodégénératives, la symptomatologie très spécifique s'explique en premier lieu par une localisation restreinte de l'atrophie, parfois pendant plusieurs années, à une région délimitée du cerveau (1).

Malgré les troubles sémantiques massifs, les patients atteints de démence sémantique n'ont pas de difficultés majeures à évoquer les événements du quotidien. Les sujets de conversation des patients sont souvent limités à leurs activités journalières, mais ils continuent à gérer leur vie de façon autonome et gardent des connaissances sur leurs objets personnels. Il semble ainsi que certains « îlots » de savoir personnel, s'appuyant sur des événements récents, peuvent favoriser la préservation de certaines connaissances conceptuelles.

...(les) données de la pathologie sont essentielles pour comprendre les relations entre mémoire épisodique et mémoire sémantique...

La relative préservation de la mémoire épisodique, en dépit de l'atteinte de l'hippocampe (2) et malgré l'importance des troubles sémantiques, constitue un aspect paradoxal et très intrigant du tableau clinique. Les patients obtiennent de bonnes performances dans différentes tâches de reconnaissance utilisant un matériel non verbal. Les performances sont normales quand les stimuli sont strictement identiques lors de la phase d'étude et lors de la phase de test. Mais avec des photographies d'objets prises sous différents angles, le succès de la reconnaissance est modulé par le statut sémantique du stimulus : une bonne reconnaissance pour les items connus, mais une reconnaissance perturbée pour les stimuli non connus. Les travaux qui ont proposé conjointement des tests épisodiques (liés aux souvenirs personnels) et sémantiques (liés aux connaissances générales du monde) à ces patients suggèrent que la formation d'un souvenir épisodique ne nécessite pas forcément une mémoire sémantique intègre. Toutefois, 1) les tests employés ne répondent pas complètement aux critères de la mémoire épisodique (le niveau de conscience n'était pas évalué), 2) la mémoire sémantique des patients n'était pas totalement abolie et 3) les tests proposés ne permettent pas de savoir si les « souvenirs » exprimés sont durables ou non (3). Il n'en reste pas moins que ces données de la pathologie sont essentielles pour comprendre les relations entre mémoire épisodique et mémoire sémantique. Ces diverses dissociations de performances soulignent également l'importance de la plasticité cérébrale, capable de compenser certains déficits et même d'exacerber des capacités restantes, chez des patients aux prises avec une maladie dégénérative. Les études de neuroimagerie ont largement contribué à cette vision dynamique de la neuropsychologie de ces affections (4). //

eustache-f@chu-caen.fr

RÉFÉRENCES

- (1) Desgranges et al., *Neurobiol. aging*, 2007 ; 28(12): 1904-1913
- (2) La Joie et al., *NeuroImage Clin.*, 2013 ; 3: 155-162
- (3) Adlam et al., *Neuropsychologia*, 2009 ; 47(11): 2207-2210
- (4) Viard et al., *Neuropsychologia*, 2013 ; 51(13): 2620-2632

En outre, cette activité suit la somatotopie du cortex moteur selon que les verbes se réfèrent à des actions réalisées par la bouche (e.g. mordre), le bras (e.g. saisir) ou la jambe (e.g. marcher). Récemment, une étude en EEG dans laquelle des adultes devaient apprendre à associer de nouveaux mots à des actions manuelles, a par ailleurs révélé que les réseaux de co-activation se développent rapidement, après quelques heures d'entraînement (7). Enfin, des travaux évaluant l'influence de la lecture de mots d'action sur les paramètres cinématiques du mouvement, décrivent des effets d'interférence ou de facilitation selon la séquence temporelle des tâches verbale et motrice (8). L'ensemble de ces études témoigne donc de l'utilisation de ressources cérébrales communes au traitement de *stimuli* langagiers évoquant des actions et à l'action elle-même.

Quel est le rôle du système moteur dans la compréhension du langage ?

Si ce partage de substrats neuronaux entre langage et action a très vite séduit la communauté scientifique, il a également apporté son lot de critiques, en particulier quant au rôle des régions motrices dans la compréhension des mots d'action. L'objection principale a été que l'absence de résolution temporelle suffisante des techniques de neuro-imagerie ne permet pas de décider si l'activation motrice reflète le traitement lexico-sémantique *per se* des mots ou au contraire des processus d'imagerie mentale des actions décrites, consécutifs à la compréhension. Les modèles d'« incarnation secondaire » (9), considérant les représentations sémantiques comme amodales mais néanmoins liées à l'information sensorimotrice, suggèrent en effet que l'activité motrice résulte d'une diffusion d'activation des régions codant les représentations modales vers les régions codant les représentations sensorimotrices, une fois le sens des mots établi. Autrement dit, cette classe de modèles, si elle ne dément pas le rôle éventuel des régions sensorimotrices dans le traitement du langage (i.e. enrichissement des représentations), stipule que ces régions ne sont ni suffisantes ni nécessaires aux processus de récupération lexico-sémantique des mots.

... bien que les régions motrices participent au traitement des mots d'action, leur activation revêt un caractère dynamique et dépend de la pertinence de l'information motrice pour traiter le sens du mot dans un contexte donné...

À ce jour, le débat autour du rôle du système moteur dans le traitement des mots d'action reste animé, en dépit des études s'attachant à examiner le décours temporel des activations corticales ou les conditions dans lesquelles les structures motrices sont recrutées. Des preuves en faveur des deux interprétations – lexico-sémantique et imagerie motrice – coexistent. D'une part, les études en EEG/MEG montrent que le traitement des mots d'action évoque une activité motrice dans les 170 à 250 ms post-stimulus (10), que l'attention

des participants soit focalisée ou non sur les mots et que ceux-ci soient perçus consciemment ou non, fournissant des arguments en faveur d'une implication lexico-sémantique « automatique » du cortex moteur. Des éléments en faveur d'un rôle fonctionnel du système moteur dans l'accès aux représentations des mots d'action découlent également d'études en stimulation magnétique transcrânienne (TMS) montrant que stimuler le cortex moteur peut affecter le traitement de ces mots (11) ; des études neuropsychologiques révèlent par ailleurs un déficit subtil de traitement des verbes d'action chez des patients parkinsoniens à jeun de traitement dopaminergique (12).

D'autre part, l'étude des conditions d'activation des régions motrices vient toutefois nuancer ces conclusions en montrant une certaine flexibilité de l'activité motrice en fonction du contexte ou de la tâche demandée aux participants. L'utilisation de la TMS a ainsi permis de révéler des modulations d'excitabilité motrice lors du traitement de mots d'action, mais uniquement dans des tâches explicites d'imagerie mentale et non dans des tâches lexicales (e.g. jugement de fréquence) (13). Une activité motrice a en outre été observée lors de la lecture de verbes d'action conjugués à la 1^{ère} personne mais pas à la 3^e personne, suggérant que l'agent de l'action soit un facteur important dans l'évocation motrice (14). Enfin, une étude récente a révélé une augmentation de la force de saisie des participants lors de la lecture de mots d'action inclus dans un contexte phrastique affirmatif, mais pas négatif (15). Ces données suggèrent donc que, bien que les régions motrices participent au traitement des mots d'action, leur activation revêt un caractère dynamique et dépend de la pertinence de l'information motrice pour traiter le sens du mot dans un contexte donné.

Conclusion

Dans l'ensemble, les travaux sur les liens entre langage et action révèlent un engagement des structures cérébrales motrices dans l'élaboration des représentations lexico-sémantiques des mots d'action. L'activité motrice ne se produit cependant pas automatiquement, contredisant une version simple du modèle de l'apprentissage associatif selon laquelle les régions motrices sont inévitablement recrutées dès lors qu'un mot évoquant une action est traité. Le fait qu'un mot d'action suscite ou non une activation du cortex moteur serait au contraire guidé par la pertinence de l'action dans la situation décrite verbalement. Nous suggérons ainsi que l'activité induite par le langage dans les structures sensorimotrices du cerveau contribue à spécifier le sens des mots, de sorte que sa présence mais aussi son absence fournissent des informations majeures pour le traitement du langage.

veronique.boulenger@cns.fr
nazir@isc.cns.fr

RÉFÉRENCES

- (1) Fodor JA. (1975) *The Language of Thought*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

- (2) Barsalou LW. 2008. *Annu Rev Psychol* 59, 617-645.
- (3) Pulvermüller F. (2005). *Nat Rev Neurosci* 6(7), 576-582.
- (4) Rizzolatti G. & Craighero L. (2004). *Annu Rev Neurosci* 27:169-192.
- (5) Hauk O. et al. (2004). *Neuron* 41(2):301-307.
- (6) Boulenger V. et al. (2009). *Cereb Cortex* 19(8) :1905-1914.
- (7) Fargier R. et al. (2012). *Cortex* 48(7):888-899.
- (8) Boulenger V. et al. (2006). *J Cogn Neurosci* 18(10):1607-1615.
- (9) Mahon BZ. & Caramazza A. (2008). *J Physiol Paris* 102(1-3):59-70.
- (10) Hauk O. et al. (2008). *J Physiol Paris* 102(1-3):50-58.
- (11) Pulvermüller F. et al. (2005). *Eur J Neurosci* 21(3):793-797.
- (12) Boulenger V. et al. (2008). *Neuropsychologia* 46(2):743-756.
- (13) Tomasino B. et al. (2008). *Neuropsychologia* 46(7):1915-1926.
- (14) Papeo L. et al. (2011). *J Cogn Neurosci* 23(12):3939-3948.
- (15) Aravena P. et al. (2012). *PLoS One*, 7(12):e50287.



L'ÉCRITURE : GESTES, LETTRES, MOTS, ET CERVEAU

M. LONGCAMP (Marseille), J.L. VELAY (Marseille), S. KANDEL (Grenoble)

À seulement deux ans, le jeune enfant produit spontanément des formes graphiques « primitives » comme des traits, des formes ovoïdes, des spirales. Très vite, il comprend qu'il y a une différence entre dessiner et écrire : c'est le début d'une longue route vers la maîtrise de l'écriture, dans laquelle ces formes primitives vont être progressivement modifiées et combinées dans des gestes d'une extrême précision pour transcrire rapidement un message signifiant, obéissant aux règles du langage tout en respectant des contraintes de lisibilité. Progressivement, l'enfant devient un scripteur expert. Si l'on réfléchit à la précocité de l'apprentissage de l'écriture, au temps passé à écrire tout au long de la vie, et

au coût que représente la maîtrise simultanée du geste et du code linguistique, on peut légitimement penser que cet apprentissage doit avoir des conséquences majeures sur l'organisation du cerveau. Pourtant, à l'examen de la littérature on reste étonné par la rareté des études qui ont abordé les corrélats cérébraux de l'écriture.

Dans cet article nous aborderons surtout les aspects moteurs de l'écriture, et nous verrons que leur compréhension est fondamentale car ils sont probablement fortement en lien avec d'autres aspects du langage écrit, la lecture d'une part, et les processus orthographiques d'autre part.

L'écriture est un geste codé par des régions cérébrales spécialisées

On peut écrire un même mot sur une feuille de papier, sur un tableau avec une craie, ou en déplaçant notre orteil dans le sable, la forme globale du tracé restera très similaire. Cette « équivalence motrice », mise en évidence par le neurophysiologiste russe Bernstein en 1967 a été un argument de poids pour postuler l'existence de « programmes moteurs généralisés », mémoire de la séquence de gestes nécessaire à produire chaque lettre. Lorsque cette mémoire motrice est perturbée à la suite d'une lésion, on parle d'agraphie apraxique ou motrice car les patients ont des difficultés à former correctement les lettres. Historiquement, c'est Exner, qui en 1881 a le premier fait l'hypothèse d'un centre cérébral « des images motrices graphiques » après l'observation de 4 patients agraphiques dont la lésion était proche de « la jonction entre le gyrus frontal moyen et le gyrus précentral » [cette région, appartenant au cortex prémoteur, est communément dénommée « aire d'Exner »(1)].

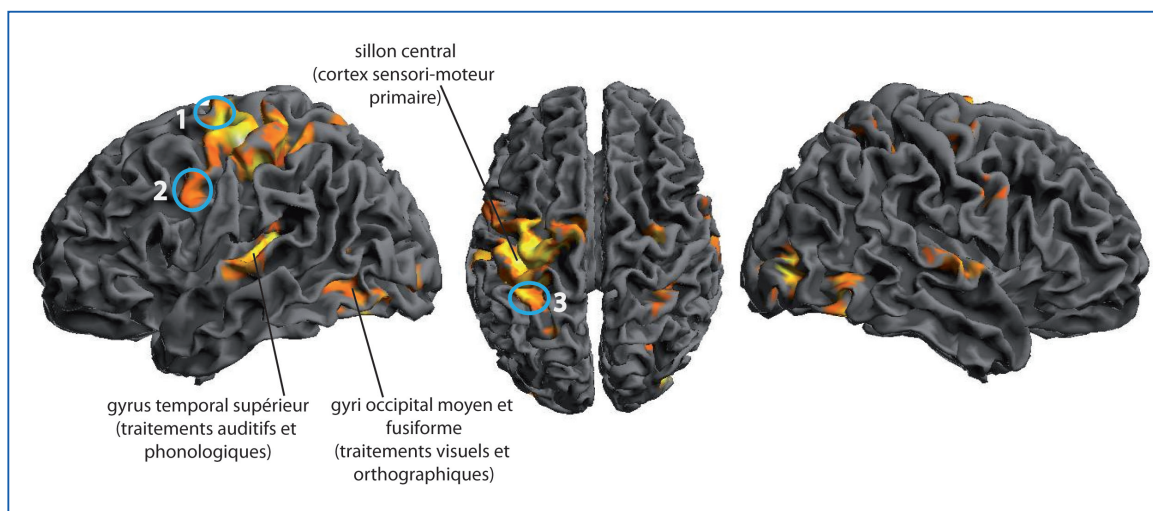


Figure 1 - Activations cérébrales au cours de l'écriture chez un groupe de jeunes adultes droitiers. La situation d'écriture sous dictée est contrastée par rapport à une situation de repos dans laquelle les participants posent la pointe du stylo sur le plan d'écriture sans bouger. L'écriture engage un grand nombre de régions corticales sensorielles et motrices, car le stimulus dicté doit être traité par les régions auditives, transformé en geste, et le résultat de ce geste est traité en temps réel par le système visuel. On peut remarquer que les activations sont très fortement latéralisées dans l'hémisphère gauche. Les 3 régions cruciales pour le processus d'écriture sont entourées en bleu (1- cortex prémoteur dorsal, 2- cortex prémoteur ventral et 3- cortex pariétal supérieur). Modifié d'après Longcamp et al. (soumis).

... certains groupes neuronaux, initialement impliqués dans les transformations visuomotrices et la programmation des mouvements de la main, se spécialisent dans l'écriture sous l'impulsion d'un apprentissage précoce, long et intensif...

Cette hypothèse est aujourd'hui étayée par plusieurs descriptions de cas d'agraphie motrice « pure », c'est-à-dire de troubles ne portant que sur le geste d'écriture et indépendants de l'effecteur utilisé, qui indiquent que l'intégrité du geste d'écriture dépend de deux régions de l'hémisphère gauche (chez des droitiers), l'une pariétale supérieure et l'autre prémotrice (l'aire d'Exner). L'implication de ces deux régions a été confirmée par d'autres méthodes (IRMf, stimulation électrique intracorticale) et par des méta-analyses récentes (2), ce qui constitue actuellement une donnée robuste. Les méthodes d'imagerie indiquent toutefois que la position exacte de l'aire d'Exner le long du gyrus précentral n'est pas si claire. Certaines études trouvent des activations très dorsales, au niveau du gyrus frontal supérieur, et d'autres une région ventrale juste au-dessus de l'aire de Broca, à la jonction entre le gyrus frontal médian et le gyrus précentral (figure 1). Il reste sans doute beaucoup à faire pour localiser précisément cette région et comprendre ses propriétés fonctionnelles.

Depuis les premières observations d'Exner, la littérature confirme donc que certaines parties du cerveau, dans les lobes frontal et pariétal de l'hémisphère gauche pour les droitiers, sont « spécialisées » dans les gestes graphiques. Cette idée est-elle vraiment réaliste ? Historiquement, cette hypothèse a suivi la découverte de Broca (1861) avec son centre du langage parlé. Pourtant, on voit mal, étant donné la très récente apparition de l'écrit dans l'histoire de l'humanité, comment l'écriture pourrait être génétiquement programmée dans notre cerveau. L'explication la plus logique est que certains groupes neuronaux, initialement impliqués dans les transformations visuomotrices et la programmation des mouvements de la main, se spécialisent dans l'écriture sous l'impulsion d'un apprentissage précoce, long et intensif (on sait que l'expertise motrice, par exemple pour un instrument de musique, a un effet important sur le fonctionnement et même sur l'anatomie du système nerveux central). Plusieurs auteurs font cette hypothèse dans le cas du système visuel impliqué dans la reconnaissance des objets, dont une partie évoluerait vers une spécialisation pour la lecture.

Substrats cérébraux de l'écriture : un rôle dans la lecture ?

Il y a des raisons, de plus en plus nombreuses, de penser que certains processus et régions cérébrales mis en jeu dans l'écriture ont également un rôle dans le versant perceptif de l'écrit : la lecture. Une illustration de cette idée, très anecdotique, est une patiente décrite par le neurologue Pick en 1924 (3), qui après un accident vasculaire cérébral développa une aphasie : elle ne pouvait pas s'exprimer oralement, ne comprenait pas ses interlocuteurs, et surtout était inca-

pable de lire. Malgré cela, elle était très désireuse d'écrire. Elle écrivait peu spontanément mais, par contre, copiait tout ce qui se trouvait à sa portée, pourvu que les mots soient en tchèque, sa langue maternelle. Ce trouble, que Pick qualifia d'écho-graphie, démontrait selon le neurologue « un écho-réflexe latent pré-existant » déclenché seulement par la perception de mots familiers. Il montre que les circuits cérébraux sous-tendant lecture et écriture sont probablement si fortement associés au cours de l'apprentissage initial que la lecture semble évoquer automatiquement une « traduction motrice ». Chez les sujets bien portants, cette association automatique est vraisemblablement inhibée pour ne pas s'exprimer au niveau comportemental, mais elle pourrait être démasquée par une lésion cérébrale.

... La lecture ne dépendrait donc pas uniquement de régions visuelles ventrales comme cela a été longtemps supposé, mais également de régions motrices qui codent le geste d'écriture...

L'idée selon laquelle les processus de production écrite et de reconnaissance visuelle des lettres sont en étroite interaction, car associés très précocement dans l'apprentissage, est désormais admise dans la communauté et a été confirmée par plusieurs équipes et par une variété de techniques (4). Par exemple, on sait qu'une lésion de l'aire d'Exner peut se traduire par une grande difficulté du patient à écrire le moindre caractère. Or, certains de ces patients peuvent également présenter une alexie, c'est-à-dire un trouble de la discrimination et de la reconnaissance de caractères empêchant la lecture (5). Ainsi, lorsque les représentations motrices des lettres sont désorganisées, l'accès à leur identité à partir d'entrée visuelle peut être perturbé. La participation des connaissances motrices de l'écriture à la perception visuelle de lettres isolées peut également être testée directement grâce à des protocoles en imagerie cérébrale. Les premiers travaux réalisés dans ce domaine ont utilisé des caractères Kanji (idéogrammes), et ont révélé une activation d'aires sensorimotrices activées au cours de l'écriture. Des résultats similaires ont été obtenus avec des caractères romains (4). La lecture ne dépendrait donc pas uniquement de régions visuelles ventrales comme cela a été longtemps supposé, mais également de régions motrices qui codent le geste d'écriture.

Pour vérifier l'importance du mode d'apprentissage de l'écriture dans la mise en place de ce double codage, nous avons réalisé une expérience dans laquelle nous avons fait apprendre à des adultes des caractères inconnus, soit à la main, soit sur un clavier d'ordinateur sur lequel les représentations gestuelles sont très appauvries (6). Nous avons pu tester les performances comportementales des sujets après apprentissage mais aussi, dans un deuxième temps coupler mesures comportementales et activations cérébrales (IRMf) en fonction de la modalité d'apprentissage. Nous avons montré que la modalité d'apprentissage affectait fortement la capacité des sujets à reconnaître l'orientation des caractères (l'apprentissage au clavier donnait de moins bonnes performances). Cela se traduisait par des

activations cérébrales plus importantes pour la reconnaissance des caractères appris à la main dans une série de régions pariétales et frontales impliquées dans l'écriture. Une réplique de ce protocole chez des enfants a montré qu'un apprentissage sensori-moteur chez des enfants pré-lecteurs va augmenter, de manière significative, l'activation du gyrus fusiforme, une région codant les représentations orthographiques des mots dans le système visuel, lors du traitement visuel ultérieur de lettres (7). Ce qui n'est pas le cas lorsque les enfants observent des lettres qu'ils ont apprises seulement par exploration visuelle.

Le geste grapho-moteur dépend des unités linguistiques qui sont écrites

Des études comportementales récentes réalisées sur tablette graphique viennent étayer l'idée selon laquelle la dissociation orthographe-geste n'est pas vraiment fonctionnelle. Pendant des années, les études sur l'écriture ont supposé que les mots seraient stockés et récupérés de la mémoire comme des suites de lettres codant des informations sur l'identité et l'ordre [e.g., CHANTEUR = $c_1h_2a_3n_4t_5e_6u_7r_8$; modèle de Van Galen, 1991(8)]. L'écriture serait ainsi une simple activité motrice mécanique dans laquelle écrire un mot consisterait à écrire une lettre après l'autre, de manière complètement linéaire. Cette conception simpliste de l'écriture a été mise en question, car il est difficilement concevable que notre système cognitif se limite à stocker les mots comme des séquences linéaires de lettres. Nous savons depuis Jenkins et Russel (1952) que lorsque nous devons restituer une séquence de plusieurs éléments, nous ne récupérons pas un élément après l'autre; nous adoptons plutôt une stratégie de regroupement des éléments (chunking) qui facilite le traitement (e.g., un numéro de téléphone n'est pas rappelé 0476825630 mais plutôt 0476.82.56.30). Une série d'études a pu mettre en évidence que le système cognitif regroupe les lettres selon une cohérence de nature linguistique(9). Notre système d'écriture reposerait sur des représentations orthographiques ayant une structure interne complexe, régie par plusieurs niveaux hiérarchiques de traitement linguistique: les niveaux graphémique (CHANTEUR = $ch_1an_2t_3eu_4r_5$), syllabique (CHANTEUR = $chan1teur2$) et morphémique (CHANTEUR = $chant_1eur_2$). Ces niveaux sont actifs en parallèle et vont déterminer la manière dont nous allons programmer nos mouvements. Cette structure contraint la programmation de l'écriture chez l'adulte, mais également les processus mis en place dans l'acquisition des processus d'écriture chez l'enfant. En effet, pour produire le mot SORTIR par exemple, les enfants préparent les mouvements pour produire la première syllabe SOR avant de commencer à écrire; les mouvements pour produire TIR seront préparés pendant que l'enfant est en train d'écrire les lettres qui se situent à la frontière syllabique (R et T).

D'autres études viennent renforcer la conception du double codage orthographe-geste. En effet, la production des gestes grapho-moteurs est contrainte par des processus de nature orthographique(10). Par exemple, les mouvements pour écrire les lettres PAR dans les mots PARFUM et PARDON

ne sont pas identiques. Les processus de récupération de l'orthographe sont actifs avant que l'on commence à écrire et opèrent « en cascade », ce qui fait qu'ils continuent à être actifs pendant la production du mouvement. Ainsi, le mouvement pour réaliser le tracé de PAR dans PARFUM est plus coûteux, et donc différent, de celui pour réaliser PAR dans PARDON, car PARFUM est un mot orthographiquement irrégulier – c'est-à-dire qu'il n'y a pas un rapport terme à terme entre lettres et sons – et PARDON est orthographiquement régulier. Autrement dit, le résultat du tracé est toujours similaire, mais la production des mouvements est régulée par la complexité orthographique et lexicale du mot. L'interaction entre les processus orthographiques et moteurs se met en place progressivement au cours de l'apprentissage de l'écriture. C'est surtout lors de l'automatisation de l'écriture (vers 9-10 ans) que les deux types de processus vont vraiment interagir (Kandel & Perret, soumis). Nous réalisons actuellement des recherches en neuroimagerie de manière à comprendre le fonctionnement de la production écrite en interaction.

marieke.longcamp@univ-amu.fr

jean-luc.velay@univ-amu.fr

sonia.kandel@upmf-grenoble.fr

RÉFÉRENCES

- (1) Exner, S. Untersuchungen über die lokalisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen (Wilhelm Braumüller, 1881).
- (2) Planton, S., Jucla, M., Roux, F.-E. & Démonet, J.-F. Cortex J. Devoted Study Nerv. Syst. Behav. (2013). doi:10.1016/j.cortex.2013.05.011
- (3) Pick, A. Brain 47, 417–429 (1924).
- (4) Velay J.L. & Longcamp M. (2013) Motor competencies and written language perception: contribution of writing knowledge to visual recognition of graphic shapes, in Bartolo A.Coello, Y. Language and action in cognitive neuroscience. (Psychology Press, 2013).
- (5) Anderson, S. W., Damasio, A. R. & Damasio, H. Brain 113, 749–766 (1990).
- (6) Longcamp, M. et al. J Cogn Neurosci 20, 802–815 (2008).
- (7) James, K. H. Dev. Sci. 13, 279–288 (2010).
- (8) Van Galen, G. P. Hum. Mov. Sci. 10, 165–191 (1991).
- (9) Kandel, S., Peereman, R., Grosjacques, G. & Fayol, M. J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform. 37, 1310–1322 (2011).
- (10) Roux, S., McKeef, T. J., Grosjacques, G., Afonso, O. & Kandel, S. Cognition 127, 235–241 (2013).

EXTRAIRE DU SENS AUX PHRASES : L'APPORT DE LA NEUROLINGUISTIQUE COMPUTATIONNELLE

PETER FORD DOMINEY (Inserm U846 - Stem Cell and Brain Research Institute, Bron)

Au travers de la description d'une action, la grammaire permet de projeter un film dans l'esprit de l'auditeur ou du lecteur dans lequel est attribué le rôle de chacun des acteurs et des éléments de cette action. Les recherches récentes sur les réseaux de neurones récurrents apportent des indices sur la manière dont ces aspects de sens codés par la grammaire sont décodés par le cerveau.

Le langage humain nous fournit un support illimité pour décrire des événements et constitue un outil puissant pour décrire comment se coordonnent les actions, ce qui a donné à l'homme une place spéciale dans le monde animal. Nous

nous concentrerons dans cet article sur un aspect particulier du langage : la capacité à caractériser « l'attribution des rôles thématiques » (« qui fait quoi à qui ») au sein d'une phrase et, en même temps, d'attirer l'attention (« focus ») sur l'agent, le destinataire ou le but de l'action décrite. Considérons les trois phrases suivantes :

1. Le chat a été chassé par le chien que le garçon a botté.
2. Le garçon a botté le chien qui a chassé le chat.
3. Le chien que le garçon a botté a chassé le chat.

Dans ces trois phrases, deux actions sont décrites : l'action de chasser (qui : chien, quoi : chat) et celle de botter (qui : garçon, quoi : chien). Dans chacune de ces phrases, le focus est différent. Nous pouvons dès lors nous demander quels sont les mécanismes qui codent les rôles des différents acteurs dans ces phrases et comment le cerveau utilise ces mécanismes pour décoder le sens de ces phrases.

La grammaire est le système qui permet le codage et le décodage de ces représentations. Dans la tradition de la grammaire générative, les grammaires des langues peuvent être caractérisées grâce à des règles de production qui permettent une description structurale de la construction de la phrase sous forme de constituants (mot ou groupe

de mots appelé syntagme nominal, syntagme verbal, etc.). Voici un exemple simplifié :

- P (phrase) \Rightarrow SN (syntagme nominal) + SV (syntagme verbal)
- SN \Rightarrow Det (article) + N1 (nom)
- SV \Rightarrow V (verbe) + N2
- N1 \Rightarrow SA (syntagme adjectival) + N1 + SP (syntagme propositionnel)
- N....

Dans le « programme minimaliste », la caractérisation de chacune des grammaires des langages naturels humains étant par trop complexe, une grammaire universelle innée a été proposée (1). L'acquisition du langage par l'enfant reposerait dès lors sur l'apprentissage des paramètres de la grammaire universelle, communs à sa langue maternelle. Contrairement à l'innéisme postulé par la grammaire universelle, il a été proposé que le langage soit entièrement acquis au travers de l'apprentissage, avec deux différences majeures par rapport au programme minimaliste (2). La première concerne l'importance des interactions sociales et de l'attention partagée, deux mécanismes permettant de réduire la complexité de l'apprentissage (2, 3). De plus, plutôt que

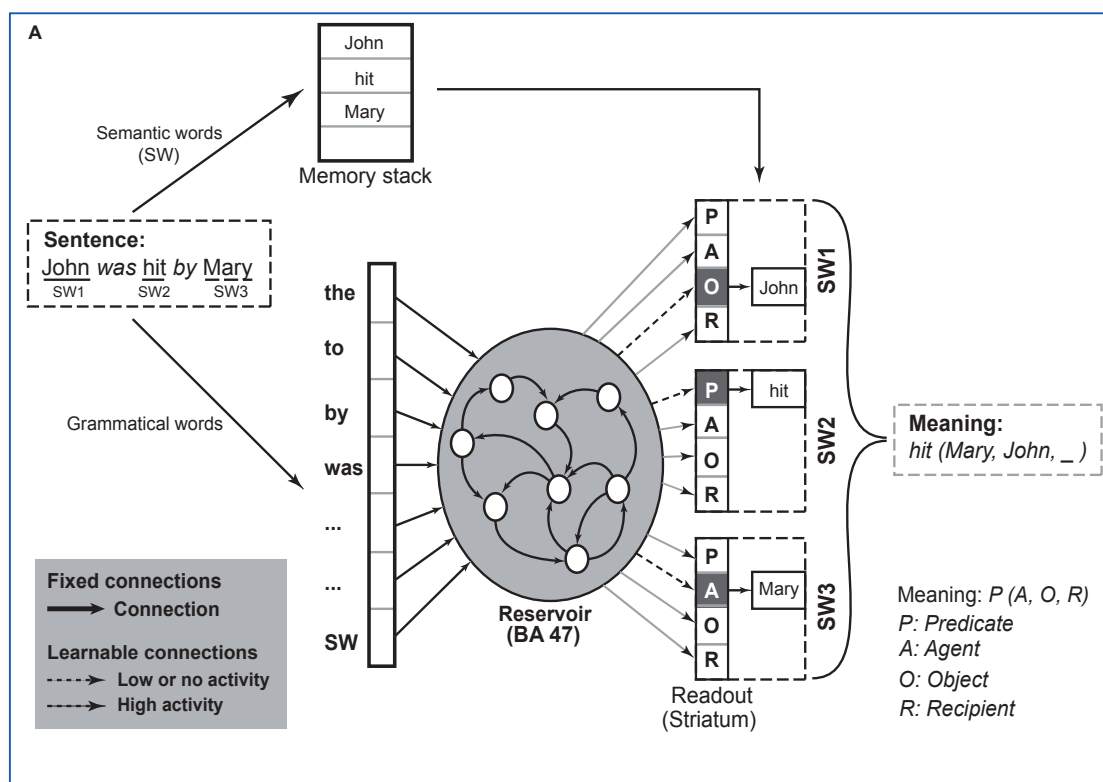


Figure 1 - Attribution de rôles thématiques par le réservoir.

Les mots sémantiques et grammaticaux (mots de classe ouverte et fermée, respectivement) sont séparés à l'entrée. Les mots sémantiques (SW) sont stockés dans une pile de mémoire. Les mots grammaticaux et les mots sémantiques (en une seule entrée) sont fournis en entrée au réservoir (correspondant à l'aire BA47 du cortex préfrontal). Lors de l'apprentissage, les phrases d'entrée sont présentées mot à mot et les unités de sortie (correspondant au striatum) sont forcées de coder le sens correspondant (dans cet exemple SW1-objet, SW2-prédicat, SW3-agent). La séquence de mots grammaticaux d'entrée est différente pour chaque construction grammaticale et le réservoir représente distinctement chaque construction. Lors des essais, les unités de sortie codent le rôle prévu de chaque mot sémantique, formant le sens codé. Le sens (« hit (Mary, John, _) ») peut être reconstruit à partir du sens codé, et les mots sémantiques dans la pile de la mémoire sont réaffectés à des rôles thématiques (prédicat, agent, objet, destinataire) identifiés dans les unités de sortie.

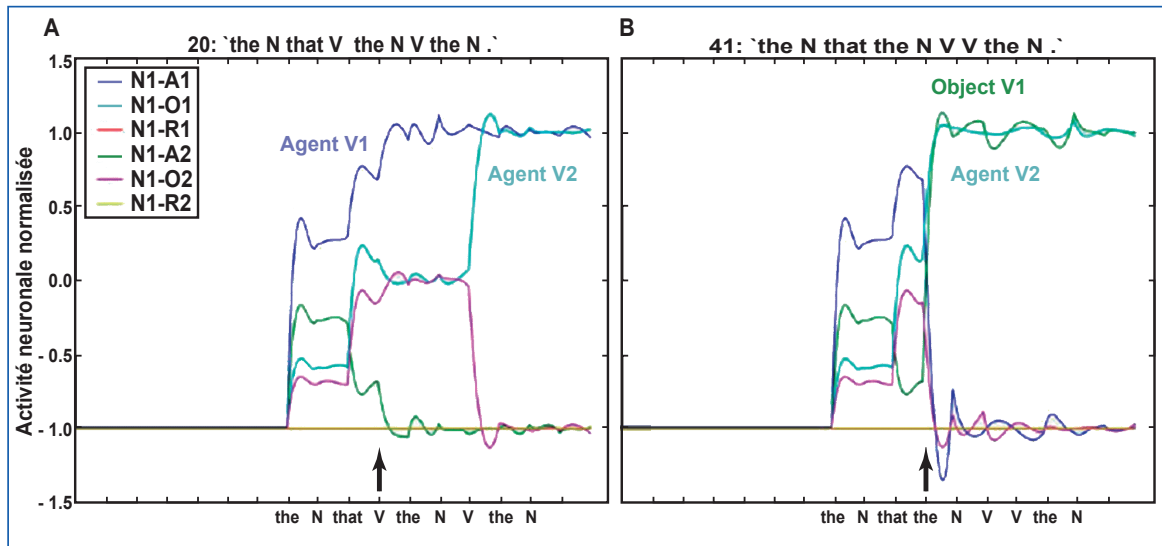


Figure 2 - Réponses des neurones qui décodent le sens de la phrase.

- Phrase du type « sujet-relatif » (par exemple: «The dog that chased the cat bit the boy »). Pour le verbe (“V”) qui suit “that”, il y a peu de changement dans les neurones de lecture, ce qui indique que les prédictions du modèle ont été essentiellement confirmées.
- Phrase du type « objet-relatif » (par exemple: «The dog that the boy kicked chased the cat »). Pour le “the” qui suit “that”, il y a un changement important dans l’activité, correspondant à une réaffectation du sens codé le plus probable.

l'apprentissage des paramètres d'une grammaire universelle, l'enfant apprendrait des conventions sur la façon d'utiliser des mots et des constructions grammaticales en fonction du besoin de communication spécifique. Avec l'usage, l'enfant apprendrait alors à généraliser cette connaissance lors de nouvelles constructions.

Dans ce contexte, dans les années 1980, Elizabeth Bates et Brian MacWhinney ont observé que, dans les langues humaines, le sens d'une phrase est codé par un petit ensemble d'indices mis en concurrence. Il s'agit notamment de l'ordre des mots, des marques grammaticales (y compris les morphèmes libres et liés) et de la prosodie. La théorie résultante a été appelée « l'hypothèse de la concurrence des indices » (cue competition hypothesis ; 4). En 2003, nous avons développé un modèle de réseau neuronal basé sur cette hypothèse de la concurrence des indices (5). Dans ce modèle, les phrases sont présentées mot par mot et les morphèmes grammaticaux, sous la forme de mots de classe fermée, sont fournis comme entrées. En considérant les phrases 1 à 3 précédemment décrites, on peut observer que chacune d'elles possède un profil différent des mots de classe fermée (« à », « par », « a », etc.). Ce modèle doit dès lors réaliser l'affectation des mots de classe ouverte (« chat », « chien », « garçon ») aux rôles thématiques des deux verbes (« chasser », « botter »).

Au cœur de ce modèle est un réseau de neurones connectés de manière récurrente. Nous avons précédemment montré que ce type de réseau a des capacités inhérentes à prendre en compte des événements antérieurs (dont la représentation est en circulation dans les connexions récurrentes) et à reconnaître des séquences d'entrées distinctes (6). Nous avons démontré que ce modèle pouvait apprendre à reconnaître neuf constructions grammaticales distinctes (5). Nous avons ensuite montré qu'il pouvait apprendre jusqu'à 45 constructions distinctes en anglais ainsi que des constructions françaises et japonaises (7).

Le réseau de neurones récurrent correspond au cortex, les neurones de lecture (« read out neurons ») correspondent au striatum, et les connexions cortico-striatales sont modifiables sous contrôle de la dopamine. Ce modèle prédit donc une implication cortico-striatale dans les transformations grammaticales. Sur ce point, des déficits de traitement grammatical ont été observés lorsque le système cortico-striatal est dégradé du fait d'une lésion ou de la maladie de Parkinson. Les grammaires génératives apparaissent efficaces pour la généralisation de nouvelles formes grammaticales mais elles permettent difficilement de fournir un aperçu sur les mécanismes neuronaux sous-jacents. En revanche, notre modèle prévoit explicitement que le contexte grammatical est représenté dans les réseaux corticaux récurrents et que le sens est extrait *via* des connexions plastiques à des neurones du striatum.

Récemment, nous avons abordé le problème de la généralisation de ce modèle dans le cadre de l'hypothèse de « reservoir computing ». Selon ce principe, un réseau de neurones avec des connexions récurrentes fixes est entraîné par des éléments extérieurs et ces neurones sont reliés à des neurones de lecture *via* des connexions V1 qui sont modifiées lors de l'apprentissage. Nous avons initialement proposé ce cadre en 1995 (6) et en utilisant des techniques de régression linéaire pour la mise en place des connexions, nous avons pu élargir nos expériences à des corpus allant jusqu'à 90000 constructions différentes. Cela a permis une découverte fondamentale: les régularités d'une langue peuvent être encodées dans la langue elle-même et si notre réseau récurrent est exposé à un corpus suffisant, celui-ci peut apprendre à généraliser sur cette langue (8).

Dans l'architecture du modèle de traitement de langage, de manière schématique (Figure 1), les phrases sont présentées au modèle comme une séquence de mots de classe ouverte (sémantique) et de classe fermée (grammatical). L'hypothèse est que chaque construction grammaticale est

représentée de manière unique par une telle séquence. Par apprentissage, le modèle associe chaque construction avec son sens correspondant.

La figure 2 montre les réponses en temps réel à des mots dans deux types de phrases relatives différentes. On voit que pour la phrase (A), les neurones qui codent pour le rôle du nom 1 indiquent qu'il est l'agent du verbe 1 et l'agent du verbe 2. En revanche, pour la phrase (B), ce codage va changer pour indiquer que le nom 1 est l'objet du verbe 1 et l'agent du verbe 2. Ce changement de codage peut être utilisé pour prédire l'apparition du potentiel évoqué P600 tel qu'observé en réponse à ce type de phrases (9).

Plusieurs études neurophysiologiques suggèrent que le cortex se comporte comme un réseau récurrent (10). Nous avons montré comment le cortex peut coder un contexte grammatical, et grâce à la mise en place des connexions cortico-striatales, un tel système peut apprendre des langues arbitraires. Ce projet de recherche suggère ainsi :

1) l'existence d'un « circuit du langage » dans le système cortico-striatal classique ;

2) que ce circuit peut implémenter des calculs dans le cadre du principe du réservoir ;

3) que les langues humaines font partie de la classe des structures qui peuvent être apprises dans ce cadre.

peter.dominey@inserm.fr

RÉFÉRENCES

- (1) Chomsky, N. (1995). *The Minimalist Program*. Cambridge, MA, MIT Press.
- (2) Tomasello, M. (2003). *Constructing a language: A usage based approach to language acquisition*. Boston, MIT Press.
- (3) Dominey, P. F. & Dodane, C. (2004). *Journal of Neurolinguistics* 17(2-3): 121-145.
- (4) Bates, E., McNew, S. et al. (1982). *Cognition* 11(3):245-299.
- (5) Dominey, P. F., Hoen, M. et al. (2003). *Brain Lang* 86(2): 207-225.
- (6) Dominey, P. F., Arbib, M. A. et al. (1995). *J Cogn Neurosci* 7(3): 25.
- (7) Dominey, P. F., Hoen, M. et al. (2006). *J Cogn Neurosci* 18(12): 2088-2107.
- (8) Hinaut, X. & Dominey, P. F. (2013). *PLoS One* 8(2): 1-18.
- (9) Friederici, A. D., Mecklinger, A. et al. (2001). *Brain Res Cogn Brain Res* 11(2): 305-323.
- (10) Rigotti, M., Barak, O. et al. (2013). *Nature* 497, 585-590 (19 May 2013) | doi:10.1038/nature12160

Hommages



Pierre César (1937-2013)

| PAR PHILIPPE VERNIER

Avec le décès de Pierre César, le 31 décembre 2013, les neurosciences et la neurologie françaises perdent l'un de ses meilleurs défenseurs. Convaincu très tôt que l'avancée des traitements neurologiques nécessite un dialogue constant avec les neurosciences, il est nommé professeur (à 37 ans) au CHU Henri-Mondor à Créteil. Il y développe une recherche clinique de haut niveau, tout en participant à des recherches en électrophysiologie, sur le thalamus en particulier. C'est au traitement de la Maladie de Parkinson et aux patients parkinsoniens qu'il consacre l'essentiel de son énergie inépuisable et sa profonde humanité. Il acquiert une réputation internationale en développant aussi bien les greffes de neurones, des essais médicamenteux que la stimulation cérébrale profonde. Pierre César a beaucoup fait pour renforcer le dialogue clinico-biologique, en tant que président de France-Parkinson ou de la Société Française de Neurologie. Sa mort soudaine nous prive d'un ami et d'un homme remarquable.

philippe.vernier@inaf.cnrs-gif.fr



Thérèse Planiol

| PAR LÉANDRE POURCELOT

Le Professeur Thérèse Planiol, Officier de l'Ordre National du Mérite, Commandeur de la Légion d'Honneur, vient de nous quitter à l'aube de sa centième année. Abandonnée à l'âge de 3 mois, elle se battra pour devenir licenciée es sciences et agrégée de médecine (1967). Elle débute en physique médicale avec une thèse de référence internationale sur l'étude par le sodium radioactif des méningites tuberculeuses des enfants, sous la direction de Robert Debré (1882-1972) et Maurice Tubiana (1920-2013). Elle devient alors un des pionniers

de la médecine nucléaire et de l'échographie cérébrale en neurologie. Nommée à Tours en 1968, elle y développe un service de biophysique et médecine nucléaire de très haut niveau qui reste une référence internationale. Femme de conviction, attentive et proche de ses collaborateurs, Thérèse Planiol était également écrivaine et passionnée de musique. Elle fonde en 2005 la Fondation Planiol pour l'étude du cerveau (www.fondation-planiol.fr) afin de soutenir des projets de recherches en neurosciences.

leandre.pourcelot@aliceadsl.fr



Jean-François Bernard (1930-2014)

| PAR MICHEL HAMON

Notre collègue, Jean-François Bernard, DR2 INSERM, nous a quittés le 10 mars 2014, victime d'un accident vasculaire majeur, brutal et imprévisible. Neuroanatomiste internationalement reconnu, Jean-François a été l'un des chercheurs les plus en vue de l'unité INSERM 161 dirigée par Jean-Marie Besson. Il y a notamment décrit avec une très grande précision les circuits neuronaux impliqués dans les corrélats émotionnels aversifs de la sensation douloureuse, et mis en œuvre des approches pluridisciplinaires pour démontrer les rôles clés du noyau parabrachial, de l'amygdale, de l'hypothalamus, de l'insula dans ces circuits. Depuis une dizaine d'années, il s'appliquait, par l'utilisation des nouvelles technologies (lentivirus recombinants, entre autres), à revisiter le rôle des voies sérotoninergiques dans les régulations neurovégétatives associées à la sensation douloureuse. Sa disparition laisse un grand vide ; aussi parce que sa bienveillance et son humour en faisaient un compagnon unanimement apprécié.

michel.hamon@upmc.fr

Au nom de l'équipe « Douleur, stress et adaptations neurovégétatives », INSERM U894, Site Pitié-Salpêtrière, Paris

L'expérimentation animale en danger, la communauté scientifique ne peut plus rester en dehors du débat



François Lachapelle

| PAR FRANÇOIS LACHAPELLE

Depuis les démonstrations d'Aristote sur la communauté d'organisation et de fonction entre l'animal et l'homme (voir encadré 1), l'étude des homologues entre les animaux et l'homme, fondement de l'expérimentation animale, a accompagné l'évolution de la connaissance du corps humain, de son organisation, des fonctions qui l'animent et des troubles qui l'affectent.

Cette méthode qui constitue une des composantes incontournables de la recherche contemporaine en biologie et en médecine, a acquis sa légitimité scientifique à travers les travaux de François Magendie puis de Claude Bernard qui, abandonnant l'étude de la stricte relation entre structure et fonction (2), vont fonder la méthode expérimentale théorisée par ce dernier. Les apports de cette méthodologie sont innombrables dans tous les domaines de la biologie et de la médecine, et les neurosciences ne sont pas en reste. Cependant, l'évolution des rapports entre l'homme et l'animal, mais également la découverte de la nociception rattachant la notion de douleur à un mécanisme neurosensoriel commun à l'homme et aux autres espèces animales, a favorisé la mise en question de cette méthodologie. Aujourd'hui, la valeur morale et scientifique de l'expérimentation animale se voit violemment contestée sur la base d'arguments émotionnels, philosophiques et scientifiques risquant à terme de mettre en péril l'avenir de la recherche.

Le mouvement antivivisectionniste et la communauté scientifique : deux mondes irréconciliables

Au plan émotionnel, la sensibilité de l'opinion publique a toujours été particulièrement exacerbée vis-à-vis de cette pratique. On peut s'étonner de ce que, au milieu de l'océan de cruauté et de violence exercées à l'encontre des hommes comme des animaux, les pratiques de Claude Bernard ont déclenché à son époque une telle émotion dans une partie de son entourage, amenant sa femme à se séparer de lui en 1868, et à créer un refuge et un cimetière pour chiens (3). Aujourd'hui cette sensibilité continue à s'exprimer sur deux registres différents :

// Ces rapprochements sont surtout frappants quand on regarde ce que sont les enfants, et cette période de la vie humaine. En eux, on voit déjà comme les traces et les germes des qualités qu'ils doivent avoir plus tard. Mais à ce moment, l'âme de l'enfant ne diffère en rien, on peut presque dire, de celle des animaux ; et par conséquent, il n'y a rien de faux à supposer qu'il y ait, dans le reste des animaux, des choses qui sont, ou identiques, ou voisines, ou analogues à celles qu'on observe dans l'homme. //

Aristote, Histoire des animaux chap VIII -3

• À travers la phraséologie volontairement dramatique et théâtrale du terme vivisection appliqué à l'ensemble des pratiques expérimentales, les adversaires déclarés de l'expérimentation animale stigmatisent une méthode qu'ils assimilent *a priori* à des pratiques cruelles nécessairement douloureuses, illustrant selon eux la perversion des praticiens. À travers la projection de soi dans la souffrance et dans la mort, chacun ressent aisément une forte empathie vis-à-vis des animaux en expérimentation, frissonnant à l'évocation de mythes indéracinables : les images d'animaux appareillés pour des implantations intracérébrales restent toujours aussi efficacement angoissantes pour le public bien que des milliers de patients vivent avec de nombreuses électrodes intracérébrales ; de même, on retrouvera cette projection de soi dans l'inquiétude exprimée concernant l'utilisation d'animaux de compagnie enlevés pour être vendus dans des laboratoires, alors qu'on sait que ces pratiques strictement interdites ont totalement disparu en France. Cette sensibilité

se nourrit bien sûr de l'éloignement dans nos sociétés de la souffrance et de la mort des animaux utilisés à des fins alimentaires (4).

• Au plan philosophique, les éthiques du devoir ou l'antispécisme se fondant sur des impératifs moraux règlent l'action de l'homme indépendamment de ses conséquences. Elles refusent à une espèce douée de sens (l'homme) le droit d'utiliser des animaux au bénéfice de sa connaissance tout comme elles lui refusent le droit de les utiliser à des fins alimentaires (5), rejetant sans appel toute utilisation des animaux au bénéfice de l'homme.

Parallèlement à ces éthiques catégoriques, l'utilitarisme propose, dès la fin du XVIII^e siècle, d'inclure le bien-être des animaux (6) dans la balance coût/bénéfice des actions humaines visant à « créer la plus grande quantité de bonheur possible au bénéfice du plus grand nombre » (7). Curieusement, cette éthique finaliste a été progressivement détournée de son sens premier par les partisans de l'expérimentation animale qui à travers la mise en œuvre d'une méthodologie (la règle des « 3R » : replace/reduce/refine)¹ (8) proposent aujourd'hui une « éthique » fondée sur le rééquilibrage de la balance coût/bénéfice (en contrainte animale/vs avancée des connaissances).

On comprend que ces écoles de pensées et leurs interprétations soient irréconciliables. De plus, il faut comprendre que la phraséologie utilitariste interne au monde de l'expérimentation animale prônant le « bien-être animal » et « une éthique de l'expérimentation animale » est vécue par les opposants, voire par l'opinion publique, comme un oxymore constituant une véritable provocation. La mise en œuvre de cette éthique améliore donc sérieusement le sort des animaux, mais elle ne réconcilie pas la communauté scientifique avec les opposants à l'expérimentation animale.

Au plan scientifique, l'argumentaire avancé par les adversaires de l'expérimentation animale est pour le moins assez pauvre : essentiellement axé sur la toxicologie et les études de sécurité qui ne représentent pourtant que 11 % du total des animaux utilisés à des fins expérimentales, un certain nombre de groupes, confondant volontairement méthodes valides (scientifiquement) et méthodes validées (réglementairement), rejette le bien fondé des études sur l'animal en soulignant la proportion non négligeable des traitements mis au point chez l'animal qui sont retirés du marché par manque d'efficacité ou en raison d'effets secondaires non détectés. C'est oublier l'existence des essais cliniques (phases 1 à 3 : sécurité/pharmacocinétique/efficacité) puis post-cliniques (phase 4), tous réalisés chez l'homme. Diffuser dans le public l'idée que des essais sur cultures de cellules humaines seraient plus représentatifs ou plus reproductibles est un tour de bonneteau intellectuel qui escamote le fait qu'il existe un grand nombre de types cellulaires humains que l'on ne sait

pas obtenir ou maintenir en culture. C'est dissimuler que lorsqu'on y parvient il s'agit très fréquemment de lignées transformées ; il n'est que de voir l'article triomphal des « chercheurs » en méthodes alternatives démontrant que l'on va pouvoir disposer d'un test de carcinogenèse efficace pour l'ensemble des cellules neurales et gliales à partir de mesures sur des lignées de neuro- et de glioblastomes (9). La communauté des neurosciences appréciera à sa juste valeur l'universalité d'un tel modèle. C'est également esquiver le problème de la disponibilité, de la reproductibilité et de la neutralité des milieux utilisés pour maintenir ces cultures cellulaires. Au mieux, on disposera d'outils précieux certes mais extrêmement réducteurs de pré-screening applicables à la résolution de questions simples. Au-delà de ces aspects, on voit bien qu'il existe une multitude de problématiques qui ne peuvent guère être abordées autrement que sur l'animal entier : chirurgie expérimentale, modélisation des biothérapies, études d'effets à long terme ou pour revenir sur les neurosciences, modélisation des troubles de la mémoire, du sommeil, de la marche, de l'équilibre, atteintes de la vision, accident vasculaire cérébraux pour ne citer que quelques exemples. Toutes ces pathologies et les stratégies thérapeutiques à leur appliquer ne peuvent être que très partiellement modélisées en dehors d'organismes vivants complexes.

Une opinion publique peu concernée mais disposant de peu d'informations

L'opinion publique, elle, se sent peu concernée par cette question. Elle est généralement assez peu informée sur la réalité des pratiques ainsi que sur le cadre réglementaire et éthique de l'expérimentation animale. Les sondages récents effectués en France au Royaume Uni, en Suède ou en Suisse et même en Italie considèrent majoritairement qu'il s'agit d'une pratique légitime pourvu qu'un cadre réglementaire strict encadre les pratiques et soit assorti de contrôles réels et de sanctions en cas de besoin (10).

// [Directive 2010/63 relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques, art 5, la présente directive ne s'applique pas :

- a) aux actes pratiqués dans les exploitations agricoles à des fins non expérimentales ;
- b) à la pratique de la médecine vétérinaire à des fins non expérimentales ;
- c) aux essais cliniques vétérinaires nécessaires aux fins d'une autorisation de mise sur le marché d'un médicament vétérinaire ;
- d) aux actes pratiqués à des fins d'élevage reconnues ;
- e) aux actes pratiqués dans le but premier d'identifier un animal ;
- f) aux pratiques qui ne sont pas susceptibles de causer une douleur, une souffrance, une angoisse ou des dommages durables équivalents ou supérieurs à ceux causés par l'introduction d'une aiguille conformément aux bonnes pratiques vétérinaires] //

¹ Cette règle consiste, pour chaque protocole expérimental utilisant des animaux à essayer de Remplacer l'animal par un autre modèle, de Réduire le nombre d'animaux et de Raffiner les procédures afin de diminuer autant que faire se peut, la contrainte tout en maintenant, voire améliorant la qualité des informations obtenues.

Une nouvelle réglementation alliant responsabilisation des chercheurs et renforcement du contrôle

Cette réglementation existe depuis 1986 dans la Communauté Européenne à travers la directive 86/609, dont les effets ont été spectaculaires : diminution de moitié du nombre d'animaux utilisés, amélioration considérable des pratiques et de la qualité de vie des animaux, contrôle strict de leur origine. Néanmoins, sous la pression de différents mouvements de défense des animaux, l'Union Européenne s'est dotée à travers la directive 2010/63 adoptée le 22 septembre 2010 de la législation la plus restrictive au monde concernant l'utilisation des animaux de laboratoire. Élaborée sous la férule des organisations de protection animale et dans l'indifférence quasi totale de la communauté scientifique, cette directive affiche comme objectif de parvenir dès que possible à la disparition de l'expérimentation animale (2010/63 attendu 10). Reflétant l'ambiance émotionnelle qui a entouré sa rédaction, elle place le seuil liminaire des procédures (invasives ou non) à un niveau de souffrance égale ou supérieure au niveau de contrainte provoqué par l'introduction d'une aiguille selon les bonnes pratiques de l'art vétérinaire (voir encadré 2) (8).

Cette directive s'applique à la protection des vertébrés, de leurs formes larvaires autonomes et aux embryons de mammifères à partir du 3^e tiers de la gestation ainsi qu'aux céphalopodes utilisés à des fins scientifiques (y compris d'enseignement et de formation). Elle délimite son champ d'application, de la recherche fondamentale aux enquêtes criminelles

Cette directive limite l'utilisation des primates. Elle limite à des situations d'exceptions (urgence sanitaire, nécessité scientifique dûment justifiée) l'utilisation des grands primates (chimpanzés, bonobos, gorilles et orangs-outans), sur dérogation accordée par l'autorité nationale qui doit en référer aux instances de la commission européenne.

Elle prône la méthodologie des 3R comme le fondement d'une « éthique réglementaire » !!! applicable à la conception et la mise en œuvre des procédures.

Elle renforce les dispositions de la réglementation antérieure en matière d'obligation de formation spécifique, de vérification des compétences, d'obligation concernant les conditions d'hébergement, de soins de suivi des animaux (obligation d'observation quotidienne des animaux).

Elle présente par rapport à la réglementation antérieure un ensemble de nouveautés qui ont pour objectif de renforcer, par le contrôle, la protection des animaux :

-Obligation d'obtenir une autorisation préalable à la mise en œuvre de tout projet scientifique. Cette autorisation délivrée par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche est soumise à une évaluation du projet par un comité d'éthique. Cette évaluation, qui doit être contradictoire, se fonde sur la vérification de la mise en œuvre de la règle des 3R ; elle implique une proposition du degré maximum de gravité de chaque procédure (sans réveil/légère/modérée/sévère) ; Obligation d'évaluation rétroactive des projets comprenant des procédures sévères ou réalisés sur

des primates ; Obligation de resoumettre une demande en cas de modification importante impliquant une augmentation substantielle du nombre d'animaux ou une augmentation du degré de gravité des procédures.

- Mise en place d'une structure en charge du bien-être des animaux dans les établissements utilisateurs.

- Mise en place de nouvelles fonctions : personne en charge du bien-être animal, personne en charge de la vérification des compétences, vétérinaire ou personne compétente en santé des animaux.

Une pression qui ne faiblit pas

En dépit des progrès spectaculaires obtenus concernant le nombre d'animaux utilisés, les conditions d'hébergement et la manipulation de ces animaux, l'activité des opposants à l'expérimentation animale ne faiblit pas : pression violente contre les dernières compagnies aériennes (2 en tout) qui transportent encore des animaux destinés à la recherche, actions de commando pour « sauver » des chiens ou des souris en Italie, nombreuses initiatives pour limiter l'utilisation de primates, succès de l'initiative populaire européenne « stop vivisection » qui risque de conduire à une révision du texte actuel en vue d'en alourdir le cadre dès 2017.

Le Committee For Animals use in Research (CARE) de la FENS

Face à l'impossibilité d'un dialogue constructif, la communauté scientifique ne peut plus se contenter de rester comme Claude Bernard (encadré 3) dans sa tour d'ivoire et d'ignorer un mouvement qui aboutira, s'il n'est pas contré, à l'interdiction totale d'utiliser des animaux à des fins scientifiques en Europe. Cette interdiction aurait des conséquences dra-

// Nous considérons comme oiseuses ou absurdes toute discussion sur les vivisections. Il est impossible que des hommes qui jugent les faits avec des idées si différentes puissent jamais s'entendre ; et comme il est impossible de satisfaire tout le monde, le savant ne doit avoir souci que de l'opinion des savants qui le comprennent, et ne tirer de règles de conduite que de sa propre conscience. //

Claude Bernard : *Introduction à la médecine expérimentale*

matiques en particulier en termes de délocalisation de la recherche biomédicale hors de l'union européenne. Il est devenu urgent aujourd'hui de communiquer auprès du grand public et des autorités afin de l'informer de la réalité des pratiques dans les laboratoires, de l'existence d'un cadre réglementaire et éthique efficace et fort et surtout, de contrer de manière audible l'argumentaire pseudo scientifique des adversaires de l'expérimentation animale.

C'est dans cette perspective que la Federation of European Neuroscience Societies (FENS) a créé un Committee for Animal in Research (CARE) s'inspirant d'une initiative semblable à la Society for Neurosciences américaine (SFN/CAR). Ce comité comprend aujourd'hui 5 membres euro-

péens représentant respectivement l'Allemagne, la France, l'Italie, le Royaume Uni et les Pays Bas, auxquels s'ajoute un membre associé qui représente le CAR/SFN au sein du CARE FENS. Le comité communique aux sociétés nationales de neurosciences par l'intermédiaire d'un membre de « liaison » pour chaque pays adhérent à la FENS. L'actuel chairman du comité est le Professeur Roberto Caminiti de l'université « La Sapienza » à Rome.

S'inspirant de la règle des 3R, la politique de ce comité est de promouvoir une utilisation responsable des animaux lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser une autre méthode, d'aider à optimiser la qualité des résultats obtenus tout en diminuant les contraintes que les animaux subissent dans les pratiques expérimentales et enfin de contribuer à l'évaluation éthique des projets.

Au cours des deux dernières années, le comité s'est donné pour mission de contribuer à la transposition de la directive dans les différents états membres, de défendre l'intérêt de l'expérimentation animale en Neurosciences et, bien sûr, de prendre la défense des scientifiques qui mènent des études sur l'animal dans le strict cadre de la réglementation en vigueur. Pour cela le CARE mène diverses actions :

- dans le cadre des programmes d'éducation de la Fédération Européenne des Neurosciences, CARE organise des sessions de débat et des tables rondes autour des questions sociales, philosophiques et politiques que pose l'utilisation des animaux aux fins de connaissances ;
- le Comité, en coopération avec les Sociétés nationales, élabore des programmes de d'information et d'éducation sur les bonnes pratiques et l'éthique appliquée à l'expérimentation animale et des éléments d'argumentaires sur le bien-fondé des études *in vivo*, de leur contribution à l'avancée des connaissances et à la mise au point de thérapies innovantes et efficaces. À cette occasion, les jeunes chercheurs peuvent trouver des réponses aux questions qu'ils se posent concernant l'attitude à avoir et les moyens à mettre en œuvre pour contrer les actions des activistes opposés à l'expérimentation animale, mais également des éléments de discours leur permettant de présenter leur activité dans leur environnement direct.

Il élabore, en relation avec ces différentes associations nationales ou supra nationales, des stratégies de défense de communication et de lobbying afin de contrer les actions des opposants à l'expérimentation animale et en cela préserver l'avenir de la recherche biologique et médicale en Europe. Il organise en avant-première du prochain forum de la FENS à Milan en 2014 une réunion spéciale dédiée à la structuration et au développement des actions en relation avec les différents réseaux et associations dédiés à la promotion de l'éthique et à la défense de l'expérimentation animale en Europe.

francois.lachapelle@upmc.fr

RÉFÉRENCES

- (1) Aristote, Histoire des animaux Livre VIII chapitre premier § 1,2,3.
- (2) Schiller J., Claude Bernard et les problèmes scientifiques de son temps, Éditions du Cèdre Paris.
- (3) Voir Georges Chapoutier l'évolution de l'expérimentation animale : Claude Bernard et la période-clé du XIX^e siècle.
- (4) Tristan Garcia: Nous, animaux et humains : actualité de Jeremy Bentham , Paris Bourin 2012.
- (5) Tom Regan : The Case for Animal Rights, 2e édition avec nouvelle préface, Berkeley, University of California Press, 2004.
- (6) Jeremy Bentham Introduction aux principes de la morale et de la législation chap. 17 cité dans Peter Reagan « la libération Animale, Paris Grasset 1993 P 37.
- (7) Jeremy Bentham : Introduction aux principes de la morale et de la législation Chap.2, section 2, cité dans C. Audard : Anthologies Historique et critique de l'utilitarisme vol. 1, Presses Universitaires de France, Paris P.202.
- (8) WMS Russel and R.L. Burch The Principle of Human Experimental Techniques 1959 London R-U Methuen publié en ligne sur le site Altweb
- (9) Coleman et al. PLoS One. 2012;7(8):e42768. doi:10.1371/journal.pone.0042768. Epub 2012 Aug 3.
- (10) Fabienne Crettaz von Roten Public perception of animal experimentation accross Europe. Public Understanding of Science 2013 :22 691.

QUELQUES LIENS UTILES

FENS/CARE : <http://www.fens.org/about/committee/care.php>
SFN/CAR : <http://www.sfn.org/About/Volunteer-Leadership/Committees/Committee-on-Animals-in-Research>
Understanding animal research : <http://www.understandinganimalresearch.org.uk/>
GIRCOR : <http://www.recherche-animale.org/>
The Basel Declaration : <http://www.basel-declaration.org/>
Pro-test italy <http://www.pro-test.it/>

Viennent de paraître

Sous la direction
de Florence Thibaut

Apport des neurosciences
à la psychiatrie clinique

Springer

« Cet ouvrage collectif, coordonné par le Professeur Thibaut, fait le point sur les implications des découvertes récentes en neurosciences pour le praticien et pour son patient... »

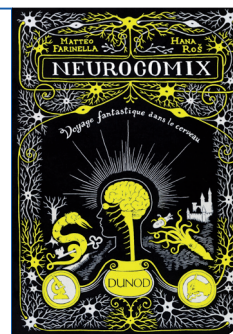


NEUROCOMIX
Voyage fantastique dans le
cerveau

Matteo Farinella et Hana Ros

Éditions Dunod

« Savez-vous de quoi votre cerveau est composé ? Comment la mémoire fonctionne ? Ce qu'est un neurone et comment il marche... »



Nouveautés en neurosciences

Le Restaurant, un Living Lab dédié à l'étude de l'alimentation

PAR AGNES GIBOREAU⁽¹⁾

Quand les neurosciences et la gastronomie s'associent pour faire progresser les connaissances, cela peut aboutir à la création d'un dispositif nouveau : un living lab



INTRODUCTION

PAR ANNE DIDIER

Qu'est-ce qu'un living Lab ? C'est un lieu de convergence de compétences réunissant chercheurs, utilisateurs, industriels, collectivités... dont l'objectif est de développer des actions utiles de transfert des connaissances et de procédés, du laboratoire vers la vie quotidienne. Lieux de création, d'exploration, d'expérimentation et d'évaluation de concepts, produits ou services, centrés sur les usages, ils sont plus de 300 aujourd'hui dans le monde, dans tous les champs de la recherche et labellisés par le réseau européen ENOLL (European network of Living Labs). Dans le domaine de la Santé, soutenus par l'essor des technologies numériques, ils ont vocation par exemple à innover pour la prise en charge du handicap, à mettre en place et évaluer des techniques de suivi médical. Dans le domaine des Neurosciences, certains s'intéressent au développement de nouvelles pratiques d'apprentissage et d'éducation, en lien avec la variété et la multiplication des supports. Ils travaillent à comprendre et à tester les implications dans la vie réelle de données de la recherche à l'exemple du Restaurant du Centre de Recherche Paul Bocuse qui nous est présenté ici par sa directrice, le Dr Agnès Giboreau.

LE RESTAURANT

Le Centre de Recherche de l'Institut Paul Bocuse associe chercheurs et spécialistes des arts culinaires et de la restauration pour mener des programmes de recherche portant sur la compréhension du plaisir alimentaire et de sa contribution à la santé.

Toutes les études sont menées en contexte réel de repas grâce à une plateforme expérimentale originale, comprenant cuisine et restaurant équipés de matériel de suivi du comportement, plateforme labellisée ENOLL.

⁽¹⁾ Agnès Giboreau dirige le Centre de Recherche de l'Institut Paul Bocuse, Membre du Centre Européen pour la Nutrition et la Santé et Chercheuse associée au Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon.

Qu'est-ce qu'un Living Lab dédié à l'étude du comportement alimentaire ?

Le Restaurant est une plateforme expérimentale Living Lab, entièrement modulable, permettant l'étude des comportements alimentaires en situation réelle de repas. Ces études permettent de mettre à l'épreuve de la vie réelle les modèles de comportements élaborés en laboratoire, mais également de fournir aux entreprises un moyen d'orientation et de validation de produits en développement.

D'une part, la configuration du restaurant est définie selon les objectifs des études : brasserie, restaurant d'entreprise, cantine scolaire, etc. Non seulement, les repas servis sont conçus et préparés en conformité avec la situation étudiée mais l'aménagement de l'espace, la décoration, le mobilier, la vaisselle et le service concourent également à recréer l'ambiance adéquate pour les clients du restaurant visé, les sujets d'expériences.

D'autre part, les méthodologies sont choisies pour respecter la validité écologique de la situation. Pour cela, le Living Lab est équipé de caméras fixées au plafond, couplées si besoin à des micros et, le plus souvent, à des modes de recueil de données subjectives (échelles d'évaluation) et de données objectives (pesées des consommations, mesures physiologiques).

À quoi sert un tel Living Lab ?

Au Centre de Recherche de l'Institut Paul Bocuse, la plateforme Living Lab permet d'étudier les mangeurs en situation réelle de repas. Nous nous intéressons aux mécanismes cognitifs et comportementaux en jeu dans l'appréciation des aliments, en relation avec les facteurs culinaires mais aussi en relation avec les facteurs environnementaux.

Le plaisir pris à consommer un aliment est bien sûr un vecteur majeur de la consommation alimentaire, mais, en complément de l'étude des préférences et des états affectifs (7), nous étudions aussi à décrire et mieux comprendre



Nouveautés en neurosciences

les choix et les consommations au cours d'un repas (2). Prenons l'exemple d'un projet de recherche s'intéressant aux légumes et à leur consommation, par les enfants âgés de 8 à 11 ans [thèse de D. Morizet (4)]. Dans ce cadre, le restaurant expérimental du Centre de Recherche a accueilli près de 200 enfants d'écoles primaires dans l'ambiance d'un restaurant scolaire standard en self-service où ils devaient choisir et consommer leur repas. Le plan expérimental comprenait des variations de forme et de temps de cuisson de deux légumes : un très connu et apprécié : la carotte et un moins connu et moins apprécié : le brocoli. Les préférences ont été mesurées par questionnaires (échelle VAS et tests par paire), questionnaires complétés du suivi des quantités consommées (par pesée des assiettes avant et après repas). Les résultats indiquent par exemple que la carotte est plus choisie, appréciée et consommée sous une forme familière (en rondelles) et avec une texture plutôt croquante. De plus, il apparaît que l'ajout d'un intitulé de plat précisant le nom du légume est un moyen efficace pour augmenter la probabilité de choix d'une nouvelle recette de légumes chez les enfants, ceci lorsqu'aucune alternative plus appréciée n'est présentée en même temps (5). Ces travaux ont permis de confirmer la place centrale de la familiarité dans les comportements alimentaires des enfants et se poursuivent par d'autres recherches chez les plus jeunes afin d'étudier les mécanismes de construction du répertoire alimentaire chez les 3 – 6 ans.

Outre les facteurs d'attractivité et d'appréciation sensorielle propres à l'aliment, la présentation et le contexte de sa consommation jouent également un rôle central. Nous nous intéressons aux facteurs de contexte (vaisselle, ambiance [3, 7]) et informationnels (prix, labels [6,9]) sur les choix des consommateurs, leurs consommations, leurs jugements des plats. Ainsi, nous avons étudié l'influence de l'ambiance sur l'état émotionnel des clients, à leur entrée dans le restaurant, puis au cours et à la fin du repas. Les résultats ouvrent des perspectives intéressantes d'utilisation de différentes ambiances pour améliorer le bien-être des mangeurs et potentiellement compenser un état de stress qui induit souvent des choix d'aliments plus gras et plus sucrés.

Ces recherches sur les émotions lors des repas sont en plein développement, et le couplage avec des mesures physiologiques mérite sans aucun doute d'être approfondi. À cette fin, l'accès à la plateforme est possible pour des chercheurs intéressés par cette thématique.

Enfin, le Living Lab rend

également possibles des travaux en nutrition, en apportant un éclairage comportemental complémentaire des approches classiques de suivi de la satiété. Des mesures biologiques peuvent être réalisées grâce à la présence sur place d'une extension du Centre de Recherche en Nutrition Humaine Rhône Alpes pour les prélèvements sanguins.

Ainsi, l'utilisation de buffets expérimentaux parallèlement à un suivi biologique de la faim et de la satiété offre des éléments nouveaux de comparaison et de compréhension de la prise alimentaire auprès de différentes populations (1).

En résumé, pourquoi un Living Lab pour les neurosciences ?

Aujourd'hui, les modèles théoriques de la perception s'accordent à donner une place importante aux processus top-down et aux interactions entre modalités sensorielles. C'est pourquoi, en complément des études fondamentales en laboratoire, des études en situation réelle de repas sont indispensables pour reproduire les conditions naturelles de restauration hors domicile, où l'environnement et les informations accessibles préfigurent des mécanismes descendants de jugement et où les propriétés sensorielles des aliments et de l'environnement se combinent. L'approche Living Lab permet donc de mieux comprendre les mécanismes cognitifs d'appréciation, de choix et de consommation des aliments en situation réelle et en conditions contrôlées. Les conclusions obtenues constituent alors la base de recommandations opérationnelles pour les professionnels de l'alimentation institutionnelle (écoles, hôpitaux, maisons de retraite) ou commerciale (restaurants d'entreprise, d'hôtels).



agnes.giboreau@institutpaulbocuse.com

EXEMPLES DE TRAVAUX MENÉS DANS LE LIVING LAB DE L'INSTITUT PAUL BOCUSE

- (1) Alliot X, Saulais L, Disse E, Nazare JA, Cazal C, Laville M. (2014) Integrating behavioral measurements in physiological approaches of satiety. *Food Quality and Preference*, 31, 181-189.
- (2) Fernandez, P., Bensafi, M., Rouby C., Giboreau, A. (2013) Does olfactory specific satiety take place in a natural setting? *Appetite*, 60(1), 1-4
- (3) Jacquier C. Giboreau A. (2012) Environmental influence on emotional state related to food liking at the restaurant. *Proceedings 5th European Conference on Sensory and Consumer Research*. 9-12 September, Bern, Switzerland.
- (4) Morizet D. (2011) Le comportement alimentaire des enfants de 8 à 11 ans : facteurs cognitifs, sensoriels et situationnels - Étude des choix, de l'appréciation et de la consommation de légumes en restauration scolaire. *École Doctorale 476 Neurosciences & Cognition*. Université Lyon 1, soutenue le 2/12/11.
- (5) Morizet D., Depezay L., Combris P., Picard D., Giboreau A. (2012) Effect of labeling on new vegetable dish acceptance in preadolescent children. *Appetite*, 59(2), 399-402.
- (6) Petit E., Saulais L., Rouby C. & Giboreau A. (2011) How much do you like this dessert? Role of nutritional information in the restaurant on consumer hedonic and economic preferences. *9th Pangborn Sensory Science Symposium*. 4 - 8 September Toronto Canada.
- (7) Piqueras-Fiszman B., Giboreau A., Spence C. (2013) Assessing the influence of the color of the plate on the perception of a complex food in a restaurant setting. *Flavour* 2(24), 1-11.
- (8) Porcherot C., Petit E., Giboreau A., Gaudreau N. & Cayeux I. Measurement of self-reported affective feelings when an aperitif is consumed in an ecological setting. *Submitted FQAP*.
- (9) Saulais L. (2013) Using Nudges to guide food choices in the restaurant: an experimental evaluation of two nutritional interventions. *Proceedings ICCAS 2013 International Conference on Culinary Arts and Sciences* 19-21st June 2013, Porto Portugal.



Bilan de la mandature de la CSS neurosciences, neuroendocrinologie, neurologie, mandature 2008-2012

PAR WILLIAM ROSTENE⁽¹⁾, MARIE-PASCALE MARTRES & ANNABELLE RÉAUX-LE GOAZIGO

Nous vous présentons, avec un peu de retard, le bilan de la Commission Scientifique Spécialisée (CSS) n°1 Neurosciences (mandature 2008-2012). La nouvelle commission Neurosciences CSS n°6, présidée par Stéphane Oliet, a déjà siégé depuis un an maintenant.

La CSS1 Neurosciences représentait en 2012 la seconde commission en effectif de chercheurs, derrière la CSS5 Immunologie, maladies infectieuses, hématologie, hémostase. En 2008, la CSS1 comprenait 323 chercheurs, 367 en 2012 soit 16.2 % du nombre total de chercheurs INSERM (2261 recensés en 2012).

Recrutements (2008-2012)

Dossiers de candidatures avant la présélection des candidats

Lors de la mandature 2008-2012, la CSS1 a reçu, chaque année, entre 60 et 75 dossiers de candidats postulant pour un poste de CR2, 40 à 50 dossiers pour les postes de CR1 et de 25 à 32 pour les postes de DR2. La répartition du nombre de candidats, du nombre de postes et le pourcentage de chance d'être recruté sont représentés sur la figure 1 (CR1, CR2, DR2). Comme on le sait depuis plusieurs années, il est plus facile d'être recruté DR2, mais aussi CR1 que CR2 (Figure 1).

Recrutement

Nous constatons que la moyenne d'âge a augmenté entre 2008 et 2012 pour un recrutement en CR2, passant de 31 à 34 ans, est stable (37 ans) pour un poste CR1, et en légère augmentation pour un poste de DR2, passant de 42 à 44 ans. Pendant la mandature 2008-2012, la CSS Neurosciences a obtenu 28 postes ouverts en CR2 et 37 postes ouverts en CR1 et DR2.

La distribution des postes par grade au sein de la CSS1 et sur l'ensemble des commissions INSERM est représentée sur

la figure 2. Par ailleurs, cette répartition des chercheurs au sein de la CSS1 Neurosciences suit celle des autres CSS INSERM (Figure 2).

L'affectation des candidats dans des structures INSERM et non INSERM (EPST, Université/CHU, organisme de recherche étranger, autre structure de droit public, privé) lors de cette mandature est illustrée sur la figure 3. Lors de cette mandature, il est important de noter qu'il n'y a eu aucune restriction si le candidat postulait dans une structure INSERM ou CNRS (Figure 3).

Il est important de rappeler que la commission INSERM n'est que le jury d'admissibilité. La décision finale étant prise par un jury d'admission présidée par le Président Directeur Général.

Dans toutes les commissions INSERM, il a été retenu qu'un chercheur postulant pour un poste de CR2 est un candidat qui a 5/6 ans d'expérience après la thèse, avec une concrétisation de son stage post-doctoral (publication d'articles). Pour les candidats au poste de CR1 il n'y a pas de limite d'âge, mais 3 présentations sont possibles dont une supplémentaire si le candidat est admissible une fois en présélection. Pour les

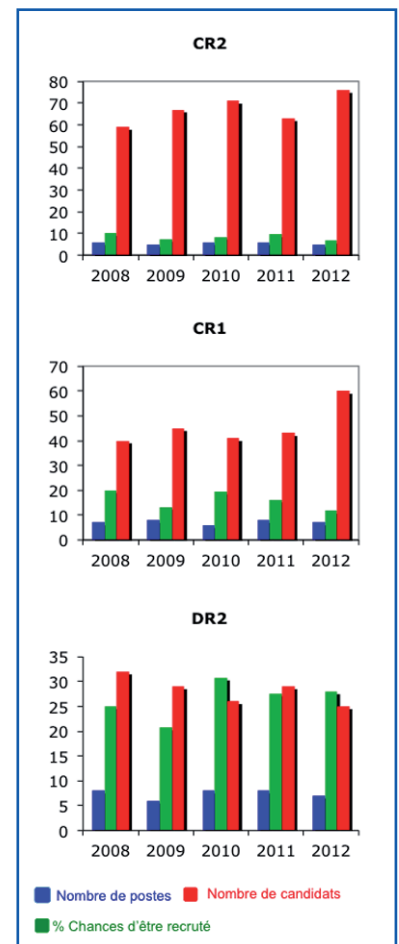


Figure 1 - Répartition et nombre de postes ouverts aux concours INSERM (2008-2012)

⁽¹⁾ Président de la CSS1 Neurosciences 2008-2012.

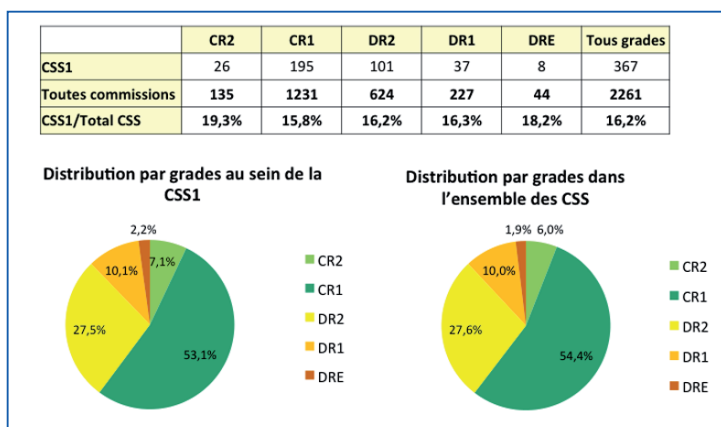


Figure 2 - Distribution par grades au sein de la CSS1 et sur l'ensemble de l'effectif INSERM

candidats au poste de DR2, l'obtention de contrats/financements, articles signés en dernier auteur et encadrement et/ou directeur d'équipe, ont été les critères particulièrement retenus.

Répartitions géographique et thématique des chercheurs recrutés

La répartition géographique et thématique des chercheurs CR2, CR1 et DR2 recrutés pendant cette mandature (Figure 4) montre qu'environ la moitié des chercheurs recrutés a intégré des structures localisées sur Paris-Ile de France. Force est de constater qu'une grande majorité des candidats recrutés avait des orientations en recherche fondamentale (biologie cellulaire) avec des niveaux de publications dans des journaux les plus prestigieux, et en recherche appliquée avec une finalité un peu plus clinique portant sur les maladies neurodégénératives. Quatre chercheurs travaillant sur la maladie d'Alzheimer ont été recrutés, ce chiffre n'étant pas

tellement plus élevé que pour d'autres pathologies dégénératives.

Un nombre important de candidats recrutés travaillait sur la thématique « Développement ». Cette discipline constitue désormais une commission à part entière.

La recherche dans les sciences cognitives avec l'utilisation des techniques d'imagerie (IRMf) ainsi que la recherche de nouveaux gènes dans les pathologies du système nerveux central et périphérique ont également obtenu plusieurs recrutements.

Les maladies psychiatriques/mentales (qui pourtant représentent un coût important pour la société, et dans lesquelles nous avons inclus le sommeil, l'épilepsie...) représentaient assez peu de recrutements (7) tout comme la neuroimmunoenocrinologie qui est une thématique en plein développement (Figure 4).

Quelles conclusions pouvons-nous apporter sur les recrutements ?

Il n'y a pas eu de véritable remise en cause de la présélection par les candidats. Cette procédure semble être rentrée dans les habitudes. Le concours CR2 est plus difficile que le concours CR1 (moins de postes pour un nombre de candidats plus important). Nous avons constaté une plus grande autonomie des CR1 versus les CR2 en raison surtout d'une activité antérieure plus longue pour les CR1 (en général, les candidats ont réalisé deux séjours post-doctoraux). Un concours joint CR2-CR1 serait très difficile à mettre en place pour bien évaluer les candidats. De plus, nous avons constaté qu'une équipe dans un Centre de Recherche recrute plus facilement qu'une équipe isolée.

Pour le recrutement DR2, l'analyse des graphiques montre que l'âge n'a pas d'effet significatif sur le recrutement et que malgré l'augmentation du nombre de postes, ce concours bénéficie aux plus jeunes. En outre, la CSS1 Neurosciences remarque que, dans ces conditions, il devient de plus en plus nécessaire d'envisager pour les CR1 de créer un échelon Hors Classe pour ne pas démotiver les chercheurs CR1 au 9^e échelon et qui le sont depuis de nombreuses années et qui ont dépassé la cinquantaine. C'est un vrai problème de relations humaines plus que de CSS.

Quelques commentaires et recommandations sur les concours eux-mêmes afin d'améliorer la procédure

- Un CV du candidat plus directif devrait être proposé en précisant les critères nécessaires à chaque concours. Ex: Prise en compte du nombre d'années de recherche; avez-vous exercé une autre activité? Situation maritale (nombre d'enfants) nécessaire pour l'obtention de dérogations.
- La nécessité de mettre en place un jury d'admission commun INSERM/CNRS au vu des résultats des CSS/CN de thématiques assez proches a été discutée. Ce jury permettrait de recruter tel ou tel candidat dans l'un ou l'autre des organismes en fonction de sa thématique et/ou de sa structure d'accueil. Cependant, ce point ne concerne pas toutes les disciplines représentées à l'INSERM.

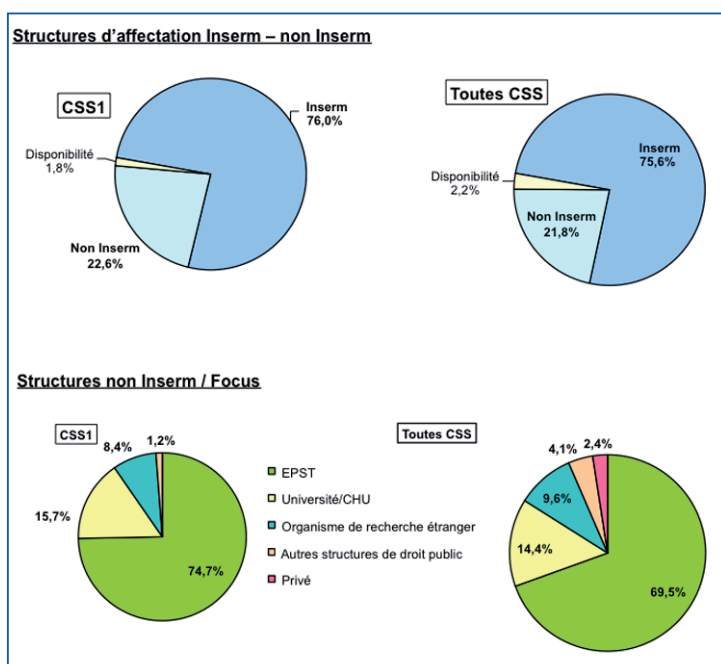


Figure 3 - Répartition des affectations des recrutements dans différentes structures

Activités des chercheurs

La commission étudie également chaque année l'activité des chercheurs puisqu'un rapport d'activité complet est demandé tous les deux ans. Le bilan chiffré réalisé par la CSS1 sur 4 ans (382 rapports d'activités réalisés) montre que la grande majorité des chercheurs publie et a une bonne activité de recherche.

Un bilan, réalisé sur PubMed, montre que 93 % des CR recrutés dans la commission CSS1 Neurosciences ont publié dans les 4 ans après leur recrutement dont 83 % avec leur laboratoire d'accueil.

Evaluation des structures

La CSS1 Neurosciences a évalué 229 structures entre 2008 et 2012. Le résultat de cette évaluation des structures est illustré sur la figure 5.

Il est devenu évident qu'il y a une multitude de couches inutiles dans l'évaluation des équipes. Après une période d'adaptation, force est de constater que l'expertise des équipes par l'AERES n'a rien apporté par rapport à l'évaluation interne faite précédemment par l'INSERM via ses CSS. Les critères de l'AERES (transparence, base d'intégration d'experts, indépendance) n'ont pas été respectés dans de nombreux cas, en particulier lors de la réunion de restitution des dossiers. Le point essentiel étant l'impossibilité pour l'AERES de faire une véritable analyse comparative des équipes dans une même discipline et que certains de ces critères ne tiennent pas compte de la spécificité de l'organisme. Ainsi la CSS1 a modifié plusieurs classements en relevant souvent les notes mises par l'AERES tout en gardant des critères objectifs permettant d'être discriminant.

Le rôle de la nouvelle structure d'évaluation mise en place (Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur, HCERES) devrait être plutôt d'évaluer la gouvernance et les perspectives des Universités Françaises, des EPST et, éventuellement, des centres de recherche face à la concurrence européenne et internationale. Elle devrait fournir une évaluation macroscopique c'est-à-dire une image de la valeur des Neurosciences Françaises face à nos concurrents européens et mondiaux, données pouvant servir à peser sur certaines instances.

Pour les EPST, l'évaluation des équipes devrait revenir aux CSS avec un ou deux membres extérieurs /et ou étrangers. Cela aurait aussi un coût extrêmement moindre que les comités actuels d'évaluation de l'AERES. Cette réattribution de l'évaluation des structures aux CSS aurait l'avantage 1) d'évaluer les structures d'une manière comparative et contradictoire avec les mêmes critères et certains plus spécifiques à l'INSERM (recherche translationnelle par ex...); 2) d'évaluer la structure et les chercheurs de cette structure; 3) de redonner un véritable rôle aux élus des CSS.

Nous tenons à remercier la Mission chercheurs de l'INSERM-Direction des Ressources Humaines de nous avoir communiqué certaines données chiffrées présentées dans cet article.

marie-pascale.martres@snv.jussieu.fr
annabelle.reaux@inserm.fr
william.rostene@inserm.fr

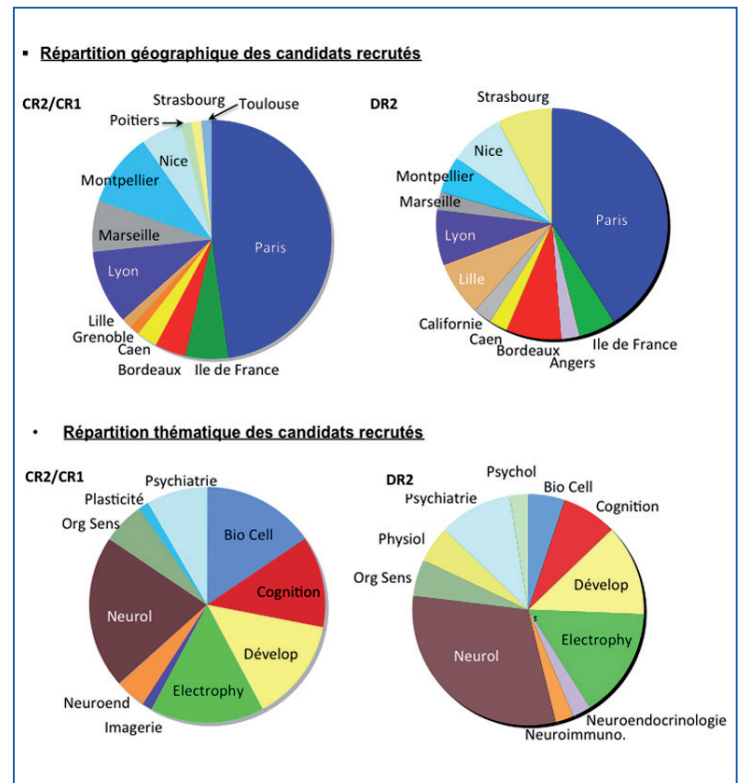


Figure 4 - Répartition géographique et thématique des candidats recrutés

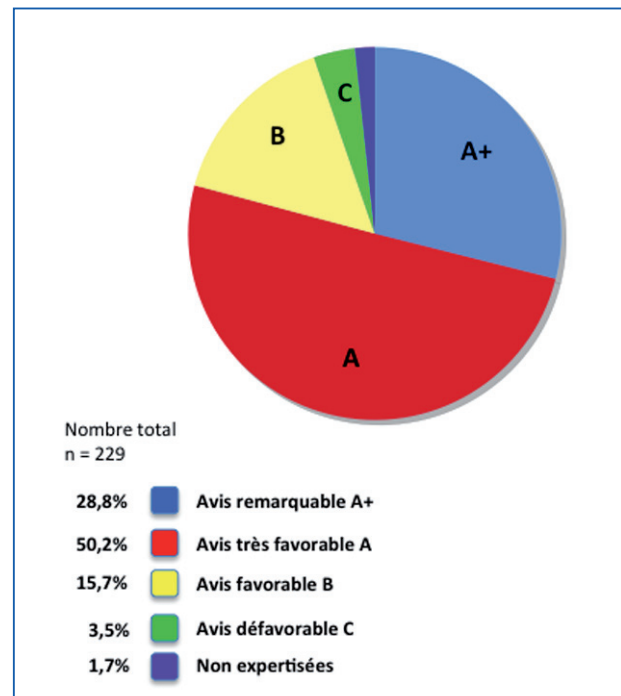


Figure 5 - Évaluation des structures. Bilan 2008-2012

Soutiens Jeunes chercheurs

Aides au retour 2013

En 2013, la Société des Neurosciences a attribué des aides au retour d'un montant maximal de 1500 € à des jeunes chercheurs désirant préparer leur retour professionnel en France afin de leur permettre de prendre des contacts en vue d'une candidature future.

Les lauréats sont: Céline Clémentine Steinmetz (celine@brandeis.edu) et Claude Colomer (c.colomer@erasmusmc.nl)

Soutiens Forum de la FENS en 2014



La Société a attribué 35 soutiens de 500 € pour couvrir les frais de déplacement et de séjour aux membres étudiants (doctorants) de la Société désireux de participer au Forum de la FENS 2014 à Milan, du 5 au 9 juillet 2014.

Lauréats : <http://www.neurosciences.asso.fr/V2/index2.php?sub=311>

Prix de thèse 2013

En 2014, la Société des Neurosciences a décerné trois prix de thèse. Nous félicitons les lauréats pour l'excellente qualité de leurs travaux et leur souhaitons beaucoup de succès pour la suite de leur carrière.



JULIEN COURTIN

Rôle des interneurons corticaux parvalbuminergues dans les comportements de peur

Directeur de thèse : Cyril Herry, INSERM U.862, Neurocentre Magendie, Circuits neuronaux des apprentissages associatifs, Bordeaux
Mél : julien.courtin@inserm.fr



FANNY LANGLET

Étude de l'interface Sang-noyau Arqué Hypothalamique au cours d'un déséquilibre énergétique: plasticité de l'éminence médiane et impact sur la régulation de la prise alimentaire

Directrice de thèse : Bénédicte Dehouck, Développement et plasticité du cerveau post-natal, U837, Lille.
Mél : fanny.langlet@inserm.fr



ALEXANDRE PARPALEIX

Imagerie biphotonique de la P02 intracérébrale: une mesure de l'activité neuronale

Directeur de thèse : Serge Charpak, INSERM U.603, CNRS UMR 8154, Neurophysiologie et nouvelles microscopies, Paris.
Mél : alexandre.parpaleix@gmail.com

Conseil d'administration de la Société

Depuis son élection au mois de mai 2013, le Conseil s'est réuni deux fois pour discuter de la vie de la Société.

Voici les scores d'assiduité de ses membres.

2/2: P. Apicella, A. Benazzouz, V. Crepel, M. Desarmenien, P. Durbec, J.-M. Edeline, J.-A. Girault, S. Laroche, C. Lena, G. Masson, M.-P. Moisan, C. Mulle, M.-C. Potier, C. Rampon, F. Rassendren, S. Thorpe, F. Tronche.

1/2: S. Auvin, A. Destexhe.

0/2: A. Trembleau.

Société des Neurosciences

12^e COLLOQUE

Montpellier, 19-22 mai 2015

Inscriptions et soumissions de résumés : décembre 2014

www.neurosciences.asso.fr

Le programme est en cours d'élaboration et sera disponible sur le site dès cet été.

Les inscriptions et soumissions de résumés débuteront en décembre.

Pour plus d'informations, nous vous invitons à vous connecter régulièrement :

www.neurosciences.asso.fr