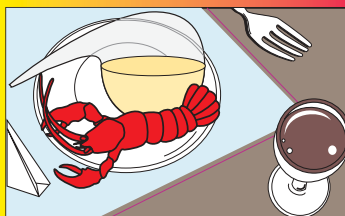


FRANCE INFO et POUR LA SCIENCE

vous invitent
à écouter la chronique
de Marie-Odile Monchicourt :

Info Sciences

Tous les jours
sur **France Info**
à 15 heures 41,
17 heures 10,
20 heures 12,
22 heures 12,
et 23 heures 42



Les prochains
résultats présentés
dans la rubrique
Science et Gastronomie
seront annoncés sur
France Info
le 26 novembre 2002.



1940! Lors de la guerre, la production de Nylon est entièrement destinée à la fabrication de toiles de parachutes, et les autorités civiles vont jusqu'à demander aux femmes américaines de se séparer de leurs bas nylons pour l'effort de guerre. La vente de bas en Nylon reprend en 1946, dans une atmosphère frisant parfois l'émeute. On lut même dans le *Chicago Sun* : «La paix est enfin là : les nylons sont en vente». Un journal demanda à 60 jeunes Américaines ce dont elles avaient manqué le plus pendant la guerre : 20 répondirent «des hommes», 40 «des nylons». Et un habitant de Los Angeles avait écrit aux dirigeants de *Du Pont* pour les mettre en garde : «La pénurie de nylon pourrait jeter les femmes dans les bras des communistes (sic).»

Lors de la Seconde Guerre mondiale, la Société *Du Pont* participe à une autre grande aventure : le projet *Manhattan* de construction de la bombe atomique. Un contrat signé le 21 décembre 1942 avec l'armée confiait à *Du Pont* la construction et la mise en œuvre de l'usine de plutonium, grâce à laquelle les bombes atomiques furent opérationnelles en 1945. Ces études firent de *Du Pont* une composante importante du «complexe militaro-industriel» qui, la guerre terminée, continua à modeler l'économie américaine.

P. Ndiaye étudie cette histoire en s'attachant à l'évolution d'un groupe professionnel : les ingénieurs chimiste de *Du Pont*, dont il examine la formation, les activités, les carrières et les prises de responsabilité au sein du groupe. Une société comme *Du Pont* a toujours eu besoin de spécialistes capables de traduire efficacement les résultats de recherche, du laboratoire à l'usine, et d'optimiser les productions ; autrement dit, la société avait besoin d'ingénieurs chimistes ayant reçu une formation sérieuse en génie chimique. L'Institut de technologie du Massachusetts (MIT) créa, en 1888, le premier cours de «génie chimique». Un enseignement se développa rapidement, notamment avec l'émergence de la chimie sous hautes pressions dans la synthèse de l'ammoniac, à laquelle *Du Ponts* s'intéresse à partir de 1920.

L'expérience acquise en chimie sous hautes pressions fut cruciale dans l'élaboration du Nylon. Directeur, dès 1928, du Département de recherches en chimie organique de *Du Pont*, Wallace Carothers (1896-1937) dirigea la mise au point d'un caoutchouc synthétique, le Néoprène, en 1932 ; puis il orchestra les travaux de la société sur le Nylon. Ce chimiste de haute volée était sujet à de graves crises de dépressions ; au cours de l'une d'elles, il se suicida.

La lecture du livre de P. Ndiaye est dense, mais l'intérêt ne se relâche pas



devant cette grande fresque qui défile devant nous et nous présente d'une manière aussi originale que bien documentée cette page de l'histoire économique d'une des principales firmes chimiques du monde. Le livre est excellent et j'en recommande donc la lecture... je suis d'autant plus à l'aise pour laisser le chimiste qui ne s'endort jamais tout à fait en moi «râler» un bon coup! Pourquoi l'auteur n'a-t-il pas rassemblé en annexe (une page aurait largement suffi) les équations des quelques réactions chimiques qui conduisent à la synthèse du Nylon? Une équation chimique a rarement aveuglé celui qui la lit ; elle aide même à combler les imprécisions que l'on trouve dans la description «littéraire» de réactions chimiques.

Soyons justes, l'auteur a écrit une équation chimique, celle de la synthèse de l'ammoniac (p. 121), mais (manque de chance?) le signe utilisé pour unir les deux membres de l'équation n'est pas, comme il conviendrait, la double flèche — qui signifie que les composés écrits à gauche sont en équilibre, coexistent, avec ceux de droite —, mais une flèche à deux pointes qui a un sens tout à fait différent : c'est le symbole que les chimistes écrivent entre deux configurations électroniques différentes d'un même composé. Une fois encore, on voit un spécialiste de sciences humaines, bien qu'excellent, faire peu de cas du langage de la chimie, laquelle est pourtant l'objet de son intérêt. Pourquoi une faute aussi récurrente?

Chimistes, mes frères, rejoignez toutefois les rangs de ceux qui liront ce livre : les reproches que vous lui ferez sans doute avec moi ne gâcheront pas le plaisir et l'intérêt de votre lecture.

Georges BRAM,
Université Paris-Sud (Orsay)

Neurologie

L'Homme de vérité

Jean-Pierre Changeux,
Éditions Odile Jacob, 2002
(288 pages, 26 euros).

Près de 20 ans séparent *L'Homme Neuronal* de *L'Homme de vérité*. Pendant ce temps, des résultats spectaculaires ont été obtenus en sciences du cerveau. Les sciences cognitives et de nombreux courants philosophiques contemporains ont suscité l'espoir de pouvoir enfin aborder, autrement que de façon purement spéculative, un vaste répertoire de questions sur la nature humaine. La validité de la connaissance perceptuelle, l'expression de la pensée par le langage, l'origine des capacités numériques, le caractère normatif d'énoncés éthiques ou du discours sur l'art, la construction de savoirs scientifiques, en sont des exemples.

Des cadres conceptuels récents, issus notamment du croisement de cultures diverses, et des outils expérimentaux nouveaux permettraient de naturaliser les caractéristiques individuelles les plus rebelles (jusqu'ici) à l'approche scientifique standard. La conscience, les productions les plus abouties de la culture, la diversité des

langues, les mythes ou les théories scientifiques elles-mêmes, deviennent ainsi objets d'une science de la nature. C'est le projet de Jean-Pierre Changeux dans son dernier livre : «Mettre en relation, si possible de manière causale, l'organisation anatomique et les états d'activité de notre cerveau avec les fonctions cognitives par excellence que sont l'acquisition de la connaissance et l'évaluation de sa vérité.»

Le premier chapitre, *La matière pensante*, résume les découvertes sur l'anatomie, le développement et les fonctions du cerveau faites depuis *L'Homme neuronal*. L'auteur insiste sur le rôle fondamental joué par l'activité spontanée des cellules nerveuses. C'est elle, qui «pousse l'organisme à continuellement explorer et à tester l'environnement physique, social et culturel, à se saisir des réponses et à les confronter à ce qu'il possède en mémoire». Elle contribue à une sorte de «générateur de diversité» de type darwinien. Ce (néo)darwinisme amène l'auteur à épouser une vision globale de l'organisme vivant, véritable homéostat produisant «une représentation de l'environnement appropriée à sa survie».

Les deux chapitres suivants contiennent, à mon avis, les deux hypothèses les plus fortes de l'ouvrage : les jeux cognitifs et l'espace de travail neuronal. Selon la première, l'activité exploratoire constante, caractéristique du jeune enfant, s'accompagne de la production d'hypothèses spontanées ou pré-représentations, déjà présentes dans *L'Homme neuronal*. Ces pré-représentations sont mises à l'épreuve et sélectionnées, par essais et erreurs, par ces activités exploratoires elles-mêmes que J.-P. Changeux, en écho aux «jeux du langage» de Wittgenstein, appelle jeux cognitifs. Selon cette conception, l'acquisition des connaissances résulte de la sélection des pré-représentations. On retrouve ici, au niveau des compétences cognitives, l'adoption d'un modèle sélectif de développement et d'acquisition qui s'oppose au modèle instructif dont J.-P. Changeux n'eut de cesse, depuis près de 30 ans, de souligner les insuffisances. Néanmoins, une question importante se pose dès lors que l'on prend la mesure de la très grande variabilité qui existe dans les connexions entre neurones.

Comme le dit J.-P. Changeux, «la formation des milliards de millions de synapses que comprend le cerveau adulte échappe dans une certaine mesure au contrôle absolu des gènes». L'auteur expose la grande variété des mécanismes synaptiques et biochimiques susceptibles de contribuer à la régulation «épigénétique» du développement des réseaux de neurones, régulation qui, échappant

à un déterminisme génétique strict, est soumise aux contraintes imposées par l'environnement. Ces mécanismes concourent à façonner le cerveau, et «Il paraît donc plausible que, tout au long de la vie de l'organisme, un équilibre s'établisse entre croissance et régression des connexions nerveuses. L'activité évoquée et spontanée circulant dans le réseau réglerait de manière plus directe cet équilibre pendant certaines «fenêtres critiques» du développement».

Dès 1973, J.-P. Changeux, avait établi que le même message afférent peut stabiliser des connexions différentes, mais présentant cependant les mêmes rapports entre entrée et sortie, ce qui rend compte de la constance de nombreuses fonctions cérébrales en dépit de la forte variabilité de l'organisation neuroanatomique du cerveau. Toutefois, le nombre des possibilités de variations, *a priori* infini, serait contraint par l'organisation anatomique du réseau cérébral lui-même, ce qui limite le nombre des combinaisons possibles des pré-représentations, évitant ainsi une «explosion combinatoire». La créativité des processus cognitifs cérébraux trouverait ici son explication biologique.

Deux mécanismes permettraient de sélectionner la pré-représentation adéquate à l'environnement : par la «récompense» ou par la «résonance». Sans entrer dans les détails, il suffit de dire que des mécanismes synaptiques identifiés permettent de stabiliser et stocker des «significations ou connaissances» dans des réseaux de neurones, et concourent par là même à créer un modèle réduit neuronal de la réalité extérieure mis en mémoire dans le cerveau. L'idée selon laquelle le cerveau permet de modéliser le monde extérieur n'est pas nouvelle, mais elle reçoit ici un traitement explicite en termes de mécanismes moléculaires, cellulaires ou d'ensembles de neurones.

Le fameux slogan de *L'Homme neuronal* «apprendre c'est éliminer» est réaffirmé et étendu à la sémantique, comprise comme la construction du sens qui traduit la «conformité entre des faits ou des objets du monde extérieur et des objets de pensée, des états intérieurs produits par notre cerveau». La thèse défendue s'oppose aussi bien à l'empirisme pour lequel l'esprit est une table rase où les objets du monde viennent s'imprimer, qu'au rationalisme innéiste selon lequel les objets du monde extérieur n'ont d'autre réalité que celle que leur confèrent nos idées. Au risque de faire un discutable jeu de mot, nous dirions que la thèse défendue est celle d'une «harmonie post-établie», post- parce qu'issue d'une histoire évolutive.

Jean-Pierre
Changeux
L'Homme
de vérité



POUR LA SCIENCE

8, rue Férou 75278 PARIS CEDEX 06
Tél : 01-55-42-84-00
www.pourlascience.com
Commande de dossiers ou de magazines :
02-37-43-65-64

POUR LA SCIENCE Directeur de la rédaction : Philippe Boulanger. Françoise Pétry-Cinotti (Rédactrice en chef), Philippe Pajot (Rédacteur en chef adjoint), Loïc Mangin, Claire Le Poulenec, François Savatier, Laurence Plévert, Marie-Neige Cordonnier, Xavier Müller, René Cuillier, Sébastien Bohler (Rédacteurs). Secrétariat de rédaction/ Maquette : Annie Tacquenot, Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Pierre Saminadin. Site Internet : Nicolas Botta-Kouznietzoff. Marketing et Publicité : Stéphane Montouchet, assisté de Séverine Merviel et Estelle Dorey. Direction financière : Anne Gusdorf. Direction du personnel : Jean-Benoît Boutry. Fabrication : Jérôme Jalabert, assisté de Géraldine Le Coz et Christine de Cacqueray. Presse et communication : Floryse Grimaud, assistée de Isabelle Huet. Directeur de la publication et Gérant : Olivier Brossollet. Conseiller scientifique : Hervé This. Ont également collaboré à ce numéro : Charlotte Aumail, Freddy Bouchet, Christiane Denys, Anne Eichmann, Alejandra Gangui, Évelyne Host-Platret, Marie-Thérèse Landousy, Christophe Letellier, Marie-Pierre Olphand, Christophe Pichon, Jean-Paul Stromboni.

SCIENTIFIC AMERICAN Editor: John Rennie. Board of editors : Mariette Di Christina, Michelle Press, Mark Alpert, Steven Ashley, Graham P. Collins, Carol Ezzell, Wayt Gibbs, Steve Mirsky, George Musser, Ricki Rusting, Sarah Simpson, Gary Stix, Kate Wong, Philip Yam. Chairman Emeritus: John Hanley. Chairman : Rolf Grisebach. President and Chief Executive Officer: Gretchen Teichgraber. Vice-President: Chuck McCullagh and Frances Newburg.

PUBLICITÉ France

Chef de Publicité : Jean-François Guillotin (jf.guillotin@pourlascience.fr), assisté de Catherine Teissier

8 rue Férou 75278 Paris Cedex 06
Tél. : 01 55 42 84 28 ou 01 55 42 84 97

Télécopieur : 01 43 25 18 29

Étranger : 415 Madison Avenue, New York.
N.Y. 10017 - Tél. (212) 754.02.62

SERVICE ABONNEMENTS

Anne-Claire Temois et Ginette Grémillon :
Tél. : 01 55 42 84 04

DIFFUSION

Estelle Dorey : 01 55 42 84 81.

DIFFUSION DE LA BIBLIOTHÈQUE POUR LA SCIENCE

Canada : Edipresse : 945, avenue Beaumont, Montréal, Québec, H3N 1W3 Canada.
Suisse : Servidis : Chemin des chalets, 1979 Chavannes - 2 - Bogis

Belgique : La Caravelle : 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles.

Autres pays : Éditions Belin : 8, rue Férou - 75278 Paris Cedex 06.

Toutes demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue «Pour la Science», dans la revue «Scientific American», dans les livres édités par «Pour la Science» doivent être adressées par écrit à «Pour la Science S.A.R.L.», 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L.

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial «Scientific American» sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à «Pour la Science S.A.R.L.»

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins - 75006 Paris).

La seconde hypothèse, celle d'un espace de travail neuronal, échafaude une architecture neuronale simple permettant de réaliser, d'une part, le traitement indépendant de divers signaux (sensoriels, moteurs, de mémoire à long terme, des données sémantiques, des données autobiographiques...) qui circulent dans des voies parallèles et distinctes et, d'autre part, leur intégration dans un «champ unifié», ou «espace de travail commun». Les grandes cellules pyramidales des couches 2 et 3 du cortex cérébral, notamment des régions préfrontales, par les connexions cortico-corticales qu'elles établissent, seraient responsables de cette «unification». Cette hypothèse, que de nombreux résultats viennent conforter, n'a pas la prétention de rendre compte de toutes les caractéristiques de la conscience. Elle permet cependant d'éclairer d'un jour nouveau une grande quantité de phénomènes subjectifs de notre vie psychologique, comme les rêves, les délires, les hallucinations, la remémoration, les pensées privées, etc.

Les chapitres suivants de *L'Homme de vérité* exploitent ces hypothèses pour les étendre à des domaines qui relèvent traditionnellement des sciences humaines et sociales, qui se déroberont en tout cas aux sciences de la nature. Le langage, considéré comme une «mise en commun» des espaces de travail neuraux et la communication sociale, vue comme un partage «contextualisé» de représentations sélectionnées par les membres du groupe social, l'écriture, l'attribution et la planification de l'action au niveau collectif. Une théorie neurobiologique est proposée qui laisse entrevoir la possibilité de naturaliser le monde des valeurs par la sélection culturelle de «règles épigénétiques» que les enfants acquièrent par apprentissage. La recherche scientifique elle-même est considérée sous cet angle naturaliste : en extrayant des régularités du monde naturel, le cerveau humain produit des structures communes offrant une première organisation conceptuelle du monde vivant ; l'intervention des jeux cognitifs, «expression directe des propriétés combinatoires et récursives du cerveau humain», permet des généralisations, va jusqu'à créer des mythes, fabriquer des représentations culturelles d'ordre supérieur, bâtir des théories scientifiques...

Toutefois *L'Homme de vérité* a une dimension philosophique importante qui peut laisser certains lecteurs insatisfaits. Tout d'abord, l'ouvrage est constellé de citations de philosophes, des présocratiques aux auteurs contemporains, dont on a l'impression qu'elles sont là moins pour valider philosophiquement les

thèses proposées que pour agrémenter un texte qui en fin de compte ne gagne rien à être de la sorte bruité (pourquoi Althusser lorsqu'on parle de «vision du monde» sans autre qualification, pourquoi Bergson si on doit le dépouiller de sa métaphysique, pourquoi Davidson si on doit lui faire dire quelque chose que, par ailleurs, sa philosophie récuse, etc.). Les thèses avancées dans cet ouvrage sont légitimes et solides ; elles auraient certainement gagné à être exposées pour ce qu'elles sont, une théorie biologique des compétences et des productions cognitives du cerveau humain. Cette théorie a un grand pouvoir explicatif ; elle intègre de nombreux résultats empiriques ainsi que des modèles sophistiqués, dont nombre d'entre eux ont été développés par J.-P. Changeux lui-même ; cette théorie est en outre grosse de nouveaux programmes de recherche. En second lieu, ceux qui, en ouvrant ce livre, espéraient arriver (enfin) à savoir ce qu'est la vérité seront peut-être déçus. La réflexion philosophique que Jean-Pierre Changeux engage sur ce que devrait être, selon lui, une ontologie de la vérité, reste encore entachée, me semble-t-il, de considérations épistémologiques des conditions d'accès à une connaissance utile, individuelle ou partagée.

Enfin, le projet philosophique lui-même, naturaliser les normes, faire de la vérité un objet susceptible d'une approche scientifique, pose problème. Peut-être n'y a-t-il pas lieu, au niveau où se place l'auteur, de chercher à savoir ce qu'est la vérité. La curiosité de l'être humain, sa capacité à engendrer des hypothèses, à anticiper des situations, à prévoir les intentions des autres, sont inscrites dans l'intimité même de son tissu cérébral. Le cerveau produit de façon ininterrompue des outils et des œuvres, qui sont de fidèles incarnations du fonctionnement stabilisé d'un réseau neural susceptibles d'être partagées par une communauté, comme le sont les langues, les mythes, les religions ou les théories scientifiques. L'homme cherche à satisfaire sa curiosité. Mais la créativité de son cerveau est quasiment sans limite et sa satisfaction risque toujours d'être de courte durée. L'Homme est ainsi voué à chercher et à créer sans cesse la vérité.

J'engage vivement tous les publics à se plonger directement dans la lecture de *L'Homme de vérité*, à se laisser porter par la richesse des arguments et des exemples, et par la conviction généreuse que transmet le style engagé de Jean-Pierre Changeux.

Michel IMBERT,

Institut Universitaire de France, École des hautes études en sciences sociales