

LA NAISSANCE DU NEURONE

Le neurone : une histoire de techniques, de représentations scientifiques et de vulgarisation des savoirs au XX^e siècle

Jean-Gaël BARBARA

Neuroscientifique et historien des sciences, CNRS, Sorbonne université, Neuroscience Paris Seine, UMR CNRS 8246 & Sorbonne Paris Cité, SPHERE, CNRS UMR7219

Résumé

L'histoire du concept de neurone n'en est encore qu'à ses débuts lorsque Golgi et Ramón y Cajal sont récompensés par le Prix Nobel de 1906. À partir de la fin du XIX^e siècle, anatomistes, physiologistes et médecins tentent de tirer les conséquences de la théorie neuronale pour comprendre comment elle permet d'expliquer le fonctionnement du cerveau et l'apparition de maladies. Mais ce sont surtout les investigations électrophysiologiques au XX^e siècle qui vont déterminer progressivement comment il est possible de concevoir le neurone comme une cellule qui est le siège de mécanismes électriques, rendant compte de phénomènes de régulations nerveuses des réflexes et d'activités cérébrales complexes. Puis, d'autres techniques de biophysique permettront de comprendre certains fonctionnements intimes de mécanismes neuroniques moléculaires intracellulaires. Par toutes ces études, le neurone apparaît bientôt, par une nouvelle représentation, comme un petit dispositif complexe enchâssé dans des circuits qui déterminent ses activités, propriétés et fonctions.

Mots-clés : neurone, neurosciences, neurophysiologie, épistémologie, histoire des sciences

Abstract

The neuron: a history of technologies, scientific representations and popularisation of knowledge in the 20th century

The history of the neuron was in its infancy when Golgi et Ramón y Cajal shared their Nobel Prize in 1906. Already at the end of the 19th century, anatomists, physiologists and neurologists accepted the implications of the neuron theory to explain brain mechanisms and neurological diseases. However, electrophysiological investigations become central in the 20th century in the progressive understanding of how neurons could be conceived of as particular cells with particular electrical mechanisms accounting for the nervous regulations of reflexes and complex brain activities. Later on, other intimate neuronal molecular mechanisms were discovered by biophysical techniques. All such studies led to a new representation of the neuron as a minute complex device embedded in the nervous circuits determining its activities, properties and functions.

Keywords: neuron, neuroscience, neurophysiology, epistemology, history of science

Le neurone : une histoire de techniques, de représentations scientifiques et de vulgarisation des savoirs au xx^e siècle

L'histoire classique du concept de neurone qui se concentre autour de la date d'introduction du terme en 1891 relate une aventure essentiellement anatomique, avec une série d'objectivations par diverses colorations, dont la plus célèbre est la réaction noire de Camillo Golgi. On révèle, par cette nouvelle technique, la continuité cytoplasmique du neurone, incomplètement la contiguïté interneuronique, certains aspects développementaux à partir des neuroblastes et certaines organisations des circuits de neurones. Or, cette épopée scientifique n'a pas concerné uniquement des aspects structuraux, tant les questionnements au sujet des fonctions des éléments observés au microscope ont toujours accompagné anatomistes et physiologistes, y compris déjà antérieurement au concept de neurone, lorsqu'on interrogeait, par exemple, le rôle des « cellules nerveuses » (les corps cellulaires des neurones) enchevêtrées dans les circuits de fibres nerveuses qui paraissent porter l'essentiel du fonctionnement du cerveau et du système nerveux.

L'aventure dont il est question ici est celle de certaines recherches qui vont progressivement s'intéresser aux cellules nerveuses, puis aux neurones, en leur attribuant des fonctions essentielles, par de nouvelles approches expérimentales, modifiant ainsi radicalement leurs représentations.

Les cellules nerveuses et les neurones d'abord délaissés des physiologistes...

Dans l'Antiquité, l'étude du système nerveux reposait sur l'examen des nerfs, leur différenciation en nerfs moteurs et sensitifs, l'étude clinique de leurs sections, ou encore leur origine crânienne. Aussi les études anatomiques et les spéculations physiologiques sur les fonctions du système nerveux ont-elles porté essentiellement sur l'étude des nerfs et leurs constituants, les fibres nerveuses¹ telles qu'elles furent décrites par exemple précocement par l'abbé de Florence, Felice Fontana (1730-1805).

Au XIX^e siècle, cette perspective est encore tellement ancrée dans les esprits que les fibres nerveuses sont encore considérées par certains – notamment, en France, par l'anatomiste, Charles Robin (1821-1885) – comme des éléments fonctionnels essentiels à côté des cellules, et ce, pourtant bien après la formulation des principes de la théorie cellulaire (1849). À partir d'une telle position, acceptée plus ou moins explicitement par les physiologistes, la cellule nerveuse, c'est-à-dire toute cellule du système nerveux dont le cytoplasme peut alors être coloré à la périphérie immédiate d'un noyau cellulaire, paraît n'avoir qu'un rôle accessoire. C'est pour Claude Bernard un « agent élaborateur » de l'influx nerveux cheminant dans les fibres. Pour le chef de file de l'école de physiologie britannique, Michael Foster, le réflexe se produit « à travers » les cellules nerveuses, mais sa production ne requiert pas nécessairement un « mécanisme cellulaire » (impliquant la cellule nerveuse), mais plutôt nerveux (impliquant les réseaux de fibres nerveuses).

Pour certains histologistes, la cellule nerveuse fait en revanche partie d'une unité anatomique et fonctionnelle, le neurone, de sorte qu'on note chez eux une tendance à valoriser ses différents éléments constitutifs comme le corps cellulaire (la cellule nerveuse), les dendrites et les boutons synaptiques. Pour l'histologiste français, Mathias Duval (1844-1907), par exemple, le corps cellulaire est un

¹ Barbara JG. *La naissance du neurone*. Paris : Vrin, 2010.

« centre de détente » et les épines dendritiques sont des zones de contact labiles entre neurones qui s'allongent et se rétractent comme des amibes ; la réduction du nombre de ces contacts dans le temps explique pour lui le sommeil ou l'hibernation chez la marmotte. L'historien espagnol, Ramón y Cajal, déduit de l'étude anatomique des circuits que leurs neurones présentent une polarisation, l'influx nerveux semblant ne les traverser que dans le sens des dendrites vers le corps cellulaire, puis à travers l'axone en particulier, si l'on considère par exemple que l'information visuelle chemine de la rétine au cerveau par le nerf optique.

Après la formulation explicite du concept de neurone en 1891, anatomistes et physiologistes vont tenter de rapprocher leurs vues en entamant des discussions sérieuses dont la plus célèbre demeure celle entre le physiologiste britannique, Charles Sherrington (1857-1952) et Santiago Ramón y Cajal (1852-1934). Pour un physiologiste comme le premier, maniant l'électricité par de fines électrodes, il est clair que l'influx nerveux peut être induit dans un nerf pour déclencher un réflexe, mais aussi bien dans le sens naturel, du nerf sensitif à la moelle épinière jusqu'au nerf moteur, que dans le sens inverse (antridrome), dans certaines conditions expérimentales. Sherrington en déduit que l'influx nerveux peut donc en principe cheminer dans les deux sens dans l'axone. Selon lui, la polarisation fonctionnelle des circuits neuroniques, si elle existe, doit être une propriété des contacts entre neurones qui ne fonctionneraient que dans un seul sens, de l'axone d'un neurone vers un autre neurone. Ramón y Cajal accepte finalement cette opinion qui fonde le concept de synapse élaboré par Sherrington (1897). On peut voir dans cette discussion une première étape où un physiologiste n'attribue plus une propriété nerveuse aux fibres, mais à des entités cellulaires, les synapses.

Au cours de l'étude des réflexes, Sherrington va être tenté d'accorder de plus en plus de place au concept de neurone, en contradiction avec l'opinion de son maître, Michael Foster. Il remarque par exemple des effets de facilitation d'un réflexe induit par la stimulation d'un nerf sensitif, par la stimulation d'une seconde voie nerveuse sensitive (avec une intensité faible, sous-liminaire, ne déclenchant pas de réflexe). La stimulation de cette seconde voie paraît abaisser le seuil de déclenchement du réflexe par la stimulation de la première voie. Il semble y avoir une sorte d'intégration des excitations dans la moelle épinière pour aboutir à la voie de sortie motrice (*final common path*) aboutissant au réflexe². Or, Sherrington va expliquer cette intégration par un modèle dans lequel les fibres nerveuses des deux voies sensibles convergent anatomiquement sur des neurones communs. La stimulation infraliminaire d'une voie nerveuse induit alors, selon Sherrington, un état d'excitation sous-liminaire (*central excitatory state*) responsable d'un abaissement du seuil d'excitation par la voie déclenchant le réflexe. Ce modèle de Sherrington, fort habile et prémonitoire, est là encore une localisation dans un neurone d'une propriété en apparence nerveuse (la facilitation³) qui donnera lieu ultérieurement à une célèbre polémique des années 1930, entre son élève, John C. Eccles, et l'école américaine de neurophysiologie.

Naissance de la neurophysiologie malgré le concept de neurone

Une école de physiologie britannique initialement concurrente de celle de Sherrington se développe autour de Keith Lucas (1879-1916) à Cambridge. À son origine, le programme de cette école était en effet à l'opposé de la perspective attribuant des propriétés aux neurones. Lucas avait la conviction qu'il fallait épuiser toutes les ressources des mécanismes nerveux pour expliquer les propriétés des

² Sherrington CS. *The integrative action of the nervous system*. London : Constable, 1906.

³ Une facilitation survient lors de la stimulation de deux voies nerveuses si la stimulation d'une voie (induisant une contraction) rend plus efficace une suivante de la même voie ou d'une seconde voie. En fonction de son intensité, la première stimulation peut déterminer une facilitation ou une occlusion (absence de réponse) de la seconde voie nerveuse, Barbara JG. *La naissance..., op. cit.* : 273.

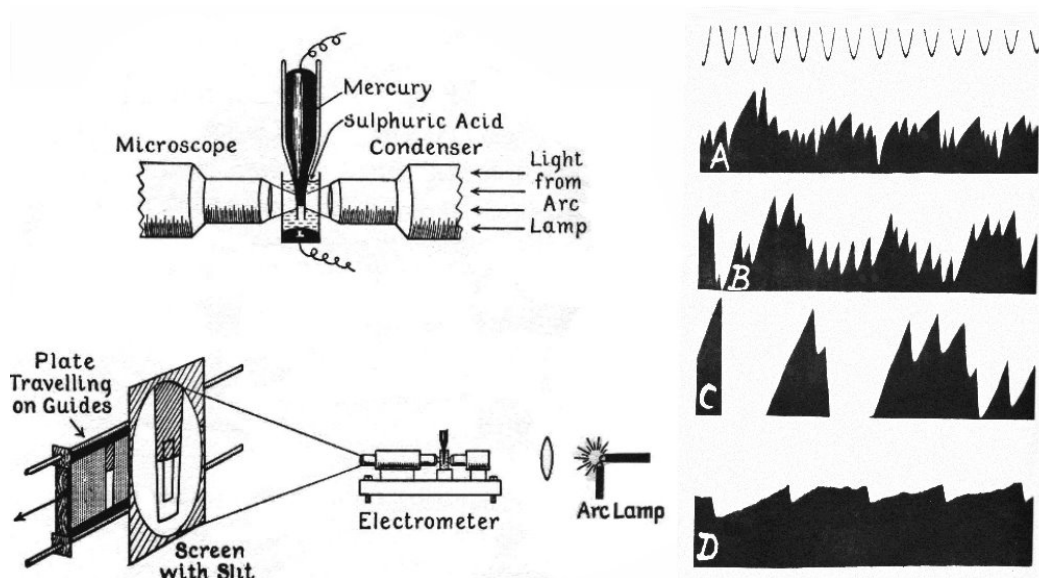


Fig. 1. Dispositif d'enregistrement optique d'Adrian pour les courants d'action unitaires par un électromètre capillaire à mercure associé à une amplification à quatre lampes à diode. 1, gauche, impulsions élémentaires déclenchées par l'étirement mécanique d'un muscle. A, muscle intact ; B, une partie du muscle est retirée ; C, un troisième fragment de muscle est retiré. En D, les impulsions d'amplitude fixe, tout-ou-rien, suggèrent qu'une seule fibre du nerf demeure fonctionnelle. Le nerf contient à l'origine entre 15 et 25 fibres. D'après Adrian, *The Basis of Sensation*, Londres : Christopher, 1928. © E.D. Adrian

centres nerveux, comme par exemple l'intégration⁴. Une question à l'ordre du jour était de mieux comprendre les propriétés d'excitation des nerfs et notamment la propriété tout-ou-rien⁵ rencontrée dans la contraction du muscle cardiaque, ou encore la propriété de période réfractaire rencontrée également dans le cœur et définie par une période de non-excitabilité suivant immédiatement une contraction du muscle. En France, l'école bernardienne de physiologie d'Albert Dastre et de son élève, Louis Lapicque, travaillait dans cette même perspective, Lapicque se faisant connaître par ses modèles mathématiques élaborés de l'excitation nerveuse, avec le concept de chronaxie. Proches de Sherrington, Dastre et Lapicque cultivaient la perspective de Lucas. Lapicque rapportait en 1943 que Dastre avait coutume de dire à ses élèves : « le neurone ne nous a rien appris ».

C'est dans cette perspective qu'Edgar Adrian (1889-1917), élève de Lucas, reprit le travail de son maître après son décès accidentel, au cours de la Première Guerre mondiale. Adrian développa au cours des années 1920 un instrument de mesure de courants faibles, à partir d'un électromètre capillaire dont le signal était amplifié par un procédé optique utilisant un microscope (Fig. 1). Ce type de mesures fut associé à la fin des années 1920 à des microdissections de petits nerfs jusqu'à un petit groupe de fibres nerveuses individuelles dont les activités purent être mesurées. Au cours du temps, le signal de ces fibres se simplifiait en raison de l'inactivité progressive de certaines fibres mal oxygénées dans les conditions expérimentales, jusqu'à l'obtention d'un signal tout-ou-rien, constitué de petits potentiels d'intensité constante dont seule la fréquence variait. Adrian en conclut très

⁴ L'intégration est la propriété d'un centre nerveux de recevoir des signaux nerveux afférents nombreux qui déterminent un signal de sortie global déterminé par l'intensité et l'organisation fonctionnelle des signaux entrants d'une manière dépendante des structures et des fonctions des circuits nerveux centraux.

⁵ Les fibres nerveuses sont caractérisées par une activité tout-ou-rien car la modulation la plus commune de leur potentiel électrique membranaire consiste en des variations d'amplitude fixe entre une valeur basse (potentiel de repos) et une valeur haute (potentiel d'action). Dès les années 1930, cependant, des modulations lentes du potentiel de repos furent remarquées, alors que le potentiel d'action se caractérise, dans sa phase la plus rapide, par une durée courte, de l'ordre de la milliseconde, et fixe. Barbara JG. *La naissance...*, op. cit.

justement qu'il s'agissait là de l'activité tout-ou-rien d'une fibre nerveuse élémentaire, impossible à isoler par microdissection, la dernière restant fonctionnelle un certain temps dans la préparation expérimentale.

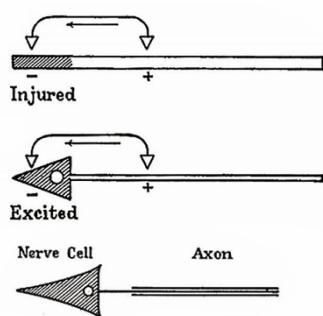


Fig. 2. Modèle du mécanisme de décharge du neurone par Edgar Adrian (1931). Dans ce modèle, le corps cellulaire du neurone et les dendrites sont le siège d'un état d'excitation qui détermine la décharge de l'axone. Le modèle repose sur l'analogie d'une dépolarisation propagée à partir d'un point de blessure dans un nerf (haut). Adapté d'Adrian et Buytendijk, *J. Physiol. Lond.* 1931, 71: 121-134. © E.D. Adrian & F.J.J. Buytendijk

Adrian étudia cette propriété pour des fibres nerveuses sensorielles se terminant dans des organes des sens ou dans les fibres nerveuses motrices des motoneurones. La similitude des profils de décharge dans les deux cas l'amena à reconsidérer entièrement la perspective de Keith Lucas et à adopter une perspective neuronale. Il lui sembla en effet que si la fibre sensorielle et la fibre motrice déchargeaient d'une manière identique, c'est que ce phénomène relevait sûrement d'un même mécanisme élémentaire se situant, dans le premier cas, dans l'arborisation axonique terminale de l'organe des sens et, dans le second cas, dans l'arborisation axonique présynaptique en connexion avec l'arborisation dendritique du motoneurone. On voit bien, par cette nouvelle rationalité, comment Adrian vient à concevoir, un peu à la manière de Sherrington, le corps cellulaire et les dendrites du motoneurone comme un lieu d'intégration qui détermine son profil de décharge (Fig. 2).

Le neurone vu de l'intérieur

Les nouvelles perspectives de Sherrington et d'Adrian forgèrent une électrophysiologie du neurone, ou *neurophysiologie*, qui prit un grand essor au cours des années 1930, dans le contexte du développement de l'oscillographie cathodique, notamment par les travaux de John C. Eccles (1903-1997). Beaucoup de travaux de cette époque concernent alors l'étude des neurones les plus accessibles, les neurones des ganglions nerveux. Il s'agit alors d'isoler un ganglion avec son nerf efférent et de mesurer les potentiels d'action évoqués le long du nerf ou au niveau du corps du ganglion dans lequel se situent les amas de neurones ganglionnaires. Eccles réalise des mesures de périodes réfractaires du nerf efférent et des potentiels ganglionnaires, avec l'espoir de distinguer une période réfractaire plus lente et plus sensible à l'anoxie qui caractériserait les corps cellulaires. Ces mesures feront l'objet d'une très vive polémique avec l'école américaine de neurophysiologie dont l'avancée technologique lui permet une certaine prétention. Or l'école américaine se place dans la perspective de Keith Lucas, en étudiant avec une immense précision instrumentale les propriétés des différentes fibres nerveuses, à la suite des travaux d'Herbert S. Gasser (1888-1963) et de Joseph Erlanger (1874-1965) dans les années 1920. Les deux écoles s'affrontent par exemple pour savoir si la période réfractaire observée dans un centre nerveux s'explique par les propriétés des neurones individuels (Eccles) ou par des propriétés de circuits (Rafael Lorente de Nó). Cependant, cette polémique est brusquement interrompue par une autre plus brûlante encore, au sujet de la nature de la neurotransmission, avec les nouvelles données de la pharmacologie de la neurotransmission. Le Britannique, Henry Dale (1875-1968), propose en effet que les neurones communiquent leur excitation par l'intermédiaire d'un médiateur chimique aux synapses. Face à de telles propositions, Eccles et Lorente de Nó se rallient autour du principe que les propriétés neuronales et celles des circuits de neurones sont similaires et ils

défendent ensemble la théorie électrique de la neurotransmission dont Eccles devient l'un des plus ardents défenseurs.

Mais, en 1950, Eccles et son équipe ont un doute. La neurotransmission paraît chimique dans les ganglions nerveux – les arguments abondent –, mais cette hypothèse ne peut être encore testée dans le système nerveux central. C'est alors qu'Eccles va réussir à développer l'enregistrement du potentiel intracellulaire des neurones par une nouvelle pipette en verre, déjà utilisée sur des algues unicellulaires et sur les fibres musculaires (*Fig. 3*). Eccles accomplit le tour de force de réaliser des enregistrements intracellulaires dans des motoneurons de la moelle épinière du chat anesthésié. Or, il est possible d'évoquer dans un tel motoneuron enregistré un potentiel inhibiteur ; cela en fait un test idéal de la théorie électrique de la neurotransmission. Les électrophysiologistes pensent alors que l'inhibition est réalisée par un potentiel de champ externe au neurone dont l'effet est une dépolarisation prolongée, empêchant l'excitation neuronale. Dans le cas d'une théorie chimique de la neurotransmission, il est possible d'imaginer un autre mécanisme, l'ouverture par un médiateur chimique d'une perméabilité ionique sélective à même d'induire un potentiel intracellulaire inhibiteur négatif (hyperpolarisé). L'expérience montre contre toute attente une hyperpolarisation. Eccles garde cette découverte secrète et annonce ensuite publiquement son ralliement à la théorie chimique de la neurotransmission. Ainsi l'enregistrement du potentiel à l'intérieur d'un neurone démontre que l'inhibition est un phénomène chimique synaptique réalisé sur le corps cellulaire d'un neurone ; il s'agit encore d'un autre exemple d'un mécanisme (l'inhibition) qu'on localise alors au niveau du corps cellulaire du neurone.

La question de la fonction des neurones centraux

Après l'exploit d'Eccles, un certain nombre d'équipes se lancent de par le monde dans ce type d'enregistrement. En France, dans l'école de neurosciences d'Alfred Fessard (1900-1982), son épouse, Denise Albe-Fessard (1916-2003), et Pierre Buser (1921-2013) parviennent à faire des enregistrements sur des neurones de la torpille, puis sur des cellules de Purkinje du cervelet et des neurones corticaux. Au même moment, l'équipe d'Herbert Jasper (1906-1999), au Canada, parvient à implanter, dans un chat libre de ses mouvements, une microélectrode externe à même d'enregistrer les décharges d'un seul neurone cortical (*Fig. 3*). En réalité, ce type d'enregistrement est beaucoup plus pertinent pour étudier les fonctions des neurones centraux, car il devient possible de corréler l'activité d'un seul neurone à un comportement de l'animal. Au début des années 1950, Jasper tente sans succès d'établir des corrélations entre l'activité de neurones individuels et les potentiels lents globaux recueillis sur le scalp d'un sujet (les ondes électroencéphalographiques). Cela n'empêche pas certaines avancées, réalisées avec des électrodes plus grosses, sur le modèle de la découverte immensément célèbre, de 1949 par Magoun et Moruzzi, du rôle de la formation réticulée du chat, une structure du tronc cérébral, dans l'éveil⁶. Sur ce modèle, l'Italien Giuseppe Moruzzi (1910-1986) étudie les neurones individuels de la formation réticulée pour tenter d'en déchiffrer les activités. En 1954, les Américains, James Old (1922-1976) et Peter Milner (1919-2018), en s'intéressant à la physiologie centrale du plaisir et de la récompense chez l'animal, identifient une structure cérébrale très limitée dans laquelle il est possible de trouver des neurones dont l'activité se corréle chez l'animal à l'obtention d'une récompense. Il devient alors clair que l'étude des neurones

⁶ Barbara JG. Magoun et Moruzzi, les explorateurs de la conscience. *Cerveau & Psycho*, 2019, 109 : 20-5.

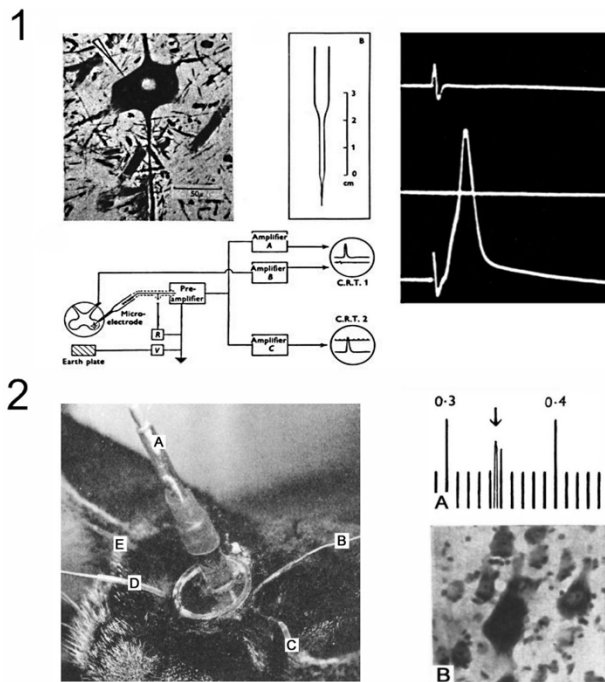


Fig. 3. 1) Enregistrement intracellulaire d'un neurone par Eccles (1951). Schéma indiquant la taille de la pointe de la micropipette par rapport à un motoneurone de chat (gauche) ; forme générale de la micropipette utilisée indiquant plusieurs phases d'étirement du verre (milieu) ; schéma d'enregistrement et d'amplification électronique (milieu, bas) ; potentiel d'action obtenu par stimulation antidromique (droite). D'après Brock, Coombs et Eccles, 1952, J. Physiol. Lond., 1952, 117, 431-460 © L.G. Brock, J.S. Coombs, J.C. Eccles. 2) Chambre d'enregistrement par une microélectrode en verre à travers une fenêtre osseuse pratiquée dans le crâne d'un chat. D'après C.L. Li, H.H. Jasper. J. Physiol. Lond., 1953, 121, 117-140. © C. L. Li & H.H. Jasper.

centraux individuels, par l'analyse du profil de décharge de leurs corps cellulaires, permet de localiser dans le cerveau des centres neuroniques, ou encore des circuits complexes, impliqués dans certaines fonctions psychologiques. C'est encore sur ce modèle que seront découverts en 1992 les célèbres neurones miroirs⁷.

À quoi sont sensibles les neurones du cortex visuel ?

En 1953, le neurophysiologiste, Steve Kuffler (1913-1980), un ancien post-doctorant d'Eccles, étudie, par des microélectrodes appliquées à la surface de la rétine d'un chat, les propriétés de décharge de neurones individuels. Il confirme l'ancien résultat d'Adrian, à savoir qu'un neurone décharge si l'on illumine un point quelconque de la rétine autour de lui dans une aire circulaire d'environ un millimètre de diamètre. Kuffler découvre une propriété supplémentaire ; il existe pour chaque région rétinienne capable d'exciter un neurone (champ récepteur) une région centrale donnant une inhibition du profil de décharge. De plus, il existe des situations inverses dans lesquelles la région rétinienne inhibe le profil de décharge spontanée du neurone (*off*), alors que la stimulation de la région centrale est excitatrice (*on*). Les post-doctorants de Kuffler, David Hubel (1926-2013) et Torsten Nils Wiesel (1924) chercheront à caractériser les profils de décharge des neurones du cortex visuel en réponse à des stimulations rétiniennes. C'est ainsi qu'ils découvrent un peu par hasard, en illuminant d'abord accidentellement une portion rétinienne par un trait lumineux oblique, des cellules corticales simples se caractérisant par un champ récepteur allongé et présentant une longue bande « *on* », entourée de deux bandes étroites « *off* » ou vice-versa, alors que d'autres cellules dites « complexes » n'avaient pas de délimitations nettes de leur champ récepteur. Par de telles découvertes, il fut peu à peu possible de créer des modèles de circuits de neurones de la rétine au cortex, expliquant l'évolution des caractéristiques des champs récepteurs des neurones visuels. On comprit alors que la fonction d'un neurone particulier était déterminée par sa position dans un circuit et par sa sensibilité particulière à un certain type de variation lumineuse spatio-temporelle sur la rétine, certains neurones étant sensibles à de forts contrastes ou d'autres à des variations lumineuses en mouvement, etc.

⁷ Les neurones miroirs, découverts par Giacomo Rizzolatti dans les années 1990 à Parme, sont des neurones initialement découverts dans le cortex prémoteur ventral du macaque rhésus dont l'activité se corrèle aussi bien à une action de l'animal, qu'à l'action réalisée par un autre animal observé par l'expérimentateur, ou lors de l'anticipation de cette action.

Le neurone à la loupe

Au cours des années 1950 jusqu'à aujourd'hui, de nombreux instruments sophistiqués de biophysique furent développés et appliqués à l'étude du neurone à l'échelle infracellulaire, voire moléculaire. Ce fut la microscopie électronique qui révéla l'espace de la fente synaptique, le mécanisme de la myélinisation ou encore l'exocytose des vésicules de neurotransmetteurs aux synapses. Puis les techniques de fractionnement par ultracentrifugation permirent d'isoler des vésicules d'exocytose et d'étudier leurs contenus. Enfin, à partir des années 1980, la technique du patch-clamp utilisant une micropipette en verre apposée au cytoplasme d'un neurone permit d'étudier les variations de courant à travers un seul canal ionique et de caractériser les diverses perméabilités ioniques des neurones et leurs mécanismes de régulation. À travers toutes ces investigations, le neurone devient un véritable objet biologique conçu comme un système dynamique d'éléments objectivés de manières multiples et interdisciplinaires⁸. On décrit ses mécanismes intimes intracellulaires comme, par exemple, la rétropropagation des potentiels d'action dans les arborescences dendritiques qui interfère avec la libération du calcium intracellulaire selon des profils de variation identifiés et impliqués dans les phénomènes de plasticité synaptique et non synaptique. Progressivement, le neurone devient l'objet de représentations nouvelles, comme une cellule spéciale parmi d'autres, tout en étant unique par les significations fonctionnelles complexes de ses mécanismes dépendant de son haut degré de connectivité à l'échelle de l'organisme.

Les représentations du neurone

Au XIX^e siècle, les représentations du neurone abondent avec les magnifiques figures de terminaisons nerveuses colorées à l'acide osmique, puis les silhouettes noires des neurones teintés par la coloration de Golgi. Dans les premières décennies du XX^e siècle, de nouvelles colorations permettent de préciser les trajets nerveux sur de plus longues distances, ou encore de visualiser les terminaisons synaptiques à la jonction neuromusculaire par le vert de Janus⁹. Mais progressivement, l'imagerie du neurone s'appauvrit ; la discipline reine de la neurophysiologie est en effet plus sensible à la finesse des courbures des signaux électriques neuroniques qu'aux contours de leurs dendrites. Au cours des années 1980, on voit apparaître dans la presse de vulgarisation une nouvelle imagerie du neurone, surtout dans le contexte des travaux de Hubel et Wiesel sur la rétine. C'est ainsi que le n° 811 du magazine *Science & Vie* d'avril 1985 s'intéressant à la question – « Comment notre œil forme les

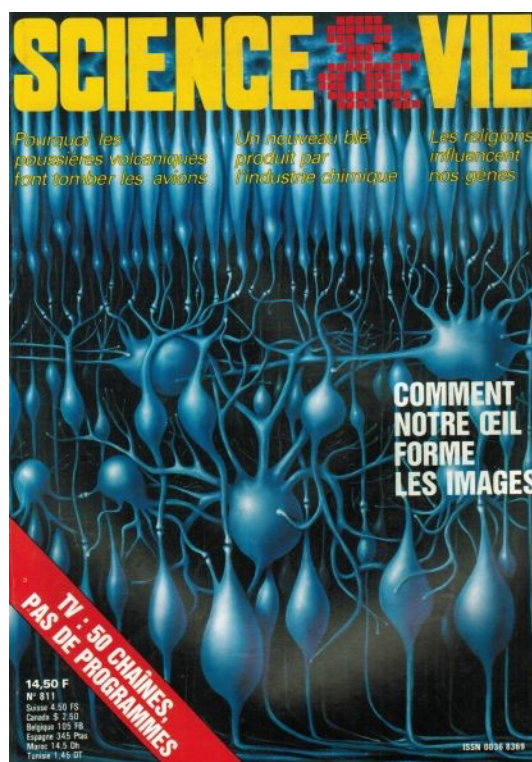


Fig 4. Couverture de *Science & Vie* n° 811, avril 1985. © Sciences&Vie DR.

⁸ Barbara JG. *La naissance...*, *op.cit.*

⁹ Barbara JG, Tsuji S, René Couteaux et l'étude de la synapse. In Barbara JG, Clarac F éd. *Le cerveau au microscope : la neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles*. Paris : Hermann, 2017 : 283-96.

images ? » – propose en couverture un dessin monochrome fidèle aux reconstitutions à l'encre de chine des réseaux de neurones de la rétine de Ramón y Cajal, mais dans un style futuriste en 3D permettant de mieux s'immerger dans les méandres des circuits apparaissant comme les rouages bien huilés et brillants d'une mécanique d'acier rodée qui nous ramène aussi à la mécanique cérébrale de René Descartes (*Fig. 4*). Cela contraste avec la couverture du n° 99 du magazine *La Recherche* (1979) sur le fonctionnement de la rétine proposant des images plus classiques de fonds d'œil. Aujourd'hui, cette période d'explosion des représentations des neurones dans la presse populaire traduit, en France, une sorte d'apogée dans la place que tiennent les neurosciences dans le débat public, parfois excessif, lorsqu'on place trop d'espoir dans cette science pour régler des problèmes sociaux. Mais ces représentations témoignent de ce que l'objet neurone n'a pas fini de faire rêver et de dévoiler encore ses mystères.