

La neuroanatomie française a-t-elle eu un *style* dans la période entre 1850 et 1950 ?

JEAN-GAËL BARBARA

Sorbonne université, UPMC université Paris 06, Institut de biologie Paris Seine (IBPS), Centre de Neurosciences Sorbonne Université (NeuroSU) & Sorbonne Paris Cité, Paris Diderot, Science, Philosophie, Histoire, SPHERE, CNRS UMR7219

Les études historiques sur les neurosciences françaises, consacrées à la neuroanatomie entre 1850 et 1950, mettent en évidence une certaine tendance épistémologique consistant à étudier les structures, y compris les structures microscopiques, en se souciant toujours de leurs fonctions. Cette attention perdure dans les sciences de la vie jusqu'à aujourd'hui, et elle a été au fondement même de toute médecine depuis l'antiquité. Cependant, elle n'a pas toujours été placée au centre des préoccupations scientifiques, en laissant parfois la place à des études anatomiques excessivement descriptives. Cela n'a pas été le cas de la neuroanatomie française dans la période entre 1850 et 1950.

La neuroanatomie française, entre 1850 et 1950, semble montrer une certaine tendance épistémologique consistant à étudier les structures en se souciant toujours de leurs fonctions (1). Il est possible d'en trouver une origine dans l'œuvre de Claude Bernard (1813-1878). Au cours des années 1840, les découvertes de Bernard sur les fonctions des organes – foie, pancréas, poumons – combinent intimement anatomie et physiologie, par l'emploi d'analyses chimiques dont on réalise une topographie des résultats, grâce à la chirurgie qui permet de prélever sur l'animal vivant des échantillons dans des territoires précis. D'une certaine façon, cette perspective donne raison à la vision générale des années 1830 du philosophe Auguste Comte (1798-1857), au sujet de la subordination des sciences, anatomique, physiologique, chimique et physique : Comte envisage la physiologie comme devant surtout procéder de l'analyse chimique, en replaçant ses résultats secondairement dans une perspective anatomique. La raison de cette convergence Bernard-Comte réside dans le fait que l'application de la physique à la physiologie dans le cadre du mécanisme cartésien a cessé progressivement de donner de nouveaux modèles au cours du XVIII^e siècle. Et c'est au tour de la chimie de Lavoisier de procurer de nouveaux moyens d'analyse à l'étude du vivant, en cherchant à

comprendre les fonctions chimiques des organes, dans un cadre anatomique strict.

Dès les années 1850, la physiologie expérimentale de Bernard propose donc une nouvelle manière de combiner physiologie et anatomie qui sera appliquée à la neuroanatomie et deviendra la nouvelle neuroanatomie française d'esprit physiologique. On se propose alors d'analyser cet esprit physiologique, à partir de trois auteurs, en explicitant l'originalité de leurs travaux et leurs perspectives épistémologiques particulières tranchant souvent avec celles de leurs collègues contemporains d'autres pays.

Louis Ranvier et la structure fine des fibres nerveuses non fixées

Louis Ranvier (1835-1922), dont la famille est affiliée à celle de Claude Bernard, est un jeune médecin lyonnais lorsqu'il se rend à Paris pour son internat de médecine, dans le but de se spécialiser dans la discipline nouvelle de la microscopie médicale (2). Il entend développer en France les leçons du célèbre médecin berlinois Rudolf Virchow sur l'étiologie des maladies par l'analyse des cellules pathologiques. Parallèlement, en suivant les

leçons de Claude Bernard au Collège de France, Ranvier devient soucieux de son conseil d'étudier les « détails anatomiques » des organes, en considérant toujours les conditions de vie des éléments cellulaires. Par exemple dans ses cours et démonstrations, Claude Bernard observe pour ses élèves les globules rouges vivants en recommandant d'utiliser une solution saline pour conserver leur forme, ou encore la croissance de levures dans une goutte de sérum sucré pour assurer leur développement, ou les cellules de la muqueuse stomacale non marquées au bleu de Prusse car isolée de l'acide gastrique, et enfin des globules blancs aux formes changeantes dans un milieu chauffé. Cela tranche avec les études générales d'histologie réalisées dans d'autres pays où les cellules sont observées mortes dans des tissus fixés.

Bien entendu, les physiologistes et pathologistes allemands font au même moment usage du microscope et réalisent également certaines observations sur des cellules vivantes, mais c'est alors davantage dans une perspective uniquement physiologique, pour l'étude par

exemple des propriétés d'absorption des vaisseaux lymphatiques.

On pourrait dire dans un premier temps que Ranvier n'est en réalité pas si différent de ces physiologistes allemands, et son biographe Justin Jolly a pu en effet écrire que Ranvier se considérait lui-même comme physiologiste et élève à part entière de Claude Bernard. Mais ce qui a fait peut-être une spécificité de Ranvier, c'est qu'il utilise les méthodes expérimentales de physiologie associées au microscope pour répondre à des questions, non pas uniquement physiologique, mais à des problématiques structure-fonction à l'échelle cellulaire. Pour illustrer cela, il est possible de prendre comme premier exemple la découverte par Ranvier des « étranglements annulaires » des fibres nerveuses myélinisées, structure éponyme ensuite dénommée « nœud de Ranvier ». Une première observation fut réalisée lorsque Ranvier étudia la dissociation dans l'eau avec de fines aiguilles d'un petit nerf, extirpé d'un animal fraîchement sacrifié. Ce type d'expérience avait été déjà moult fois réalisé au XVIII^e siècle, notamment avec un certain succès par l'abbé de Florence Felipe Fontana.

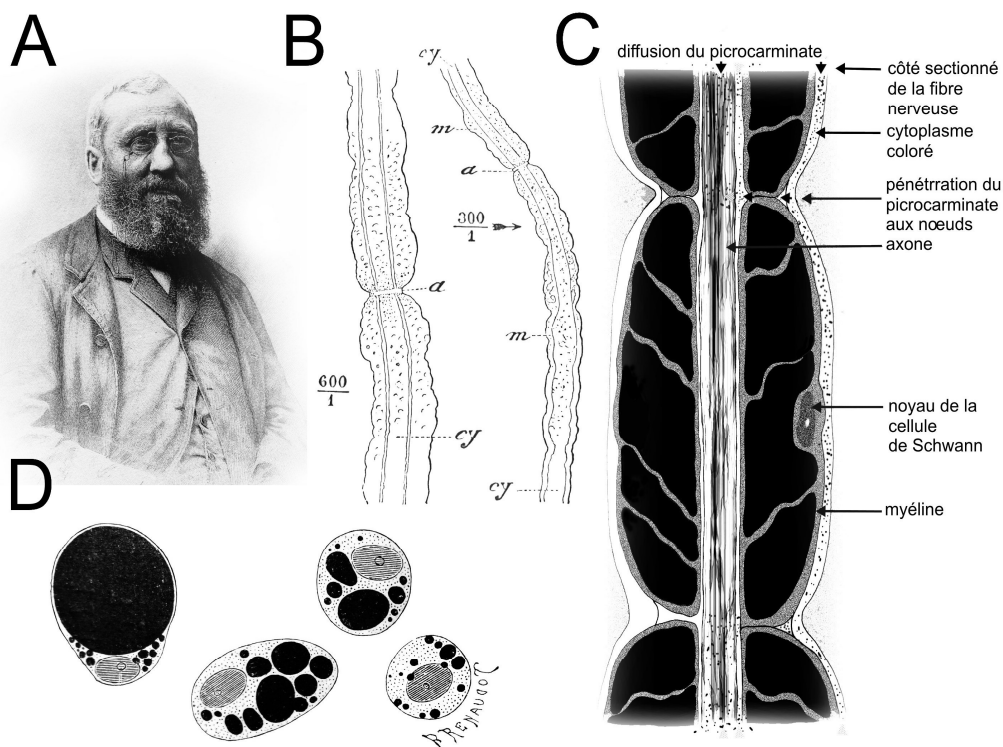


Figure 1. A, Louis Ranvier (1835-1922), B, Nerf sciatique dissocié dans une solution de picocarminate (1%) dessiné après une incubation d'une heure. La diffusion du picocarminate est indiquée par les pointillés. Le cylindre-axe est coloré en rouge près de la "constriction annulaire" (nœud de Ranvier). Adapté de Ranvier, *Traité technique d'histologie*, 1875. C, modèle de Ranvier réalisé par l'auteur pour montrer la diffusion du picocarminate (pointillés et flèches courtes) observée par Ranvier au niveau des sections de la fibre nerveuse myélinisée, et au niveau des nœuds de Ranvier. D, adipocytes du tissu conjonctif sous-cutané d'un veau après injection d'acide osmique. Les inclusions lipidiques apparaissent en noir avec l'osmium. Ranvier considérait la cellule de Schwann avec sa myéline comme analogue à un adipocyte avec une grosse inclusion lipidique. Figure J.-G. Barbara, adaptée de Barbara et Foley (3).

Mais Ranvier utilisa du picrocarminate, avec lequel il put observer la pénétration du colorant dans des fibres nerveuses individuelles fraîches, ce qui permettait de les marquer (Figure 1). Avec une immense minutie et de la patience, Ranvier nota alors que la pénétration progressive du picrocarminate se réalisait par des points focaux précis, le long de la fibre, équidistants les uns des autres. Il nota alors un resserrement de la myéline à ces endroits qu'il dénomma « étranglements ». Ces structures avaient été dessinées par certains auteurs avant Ranvier, comme un détail anatomique, mais plutôt pris comme une bizarrerie non commentée. Pour Ranvier, son observation révélait plus qu'une simple structure particulière, mais lui permettait d'imaginer la présence de zones cellulaires d'échange, non myélinisées, impliquées possiblement dans la nutrition de la fibre nerveuse. Il s'agit là d'un premier exemple où l'investigation plutôt physiologique et microscopique d'« histologie expérimentale », selon la formule de Bernard, permet à Ranvier la caractérisation d'une nouvelle structure subcellulaire et de sa fonction.

Le second exemple représente la suite de cette première observation, mais dans un cadre beaucoup plus complexe. Ranvier observa plus précisément que le picrocarminate diffusait en réalité autour de la myéline, mais aussi selon un axe perpendiculaire à celui de la fibre, dans deux zones différentes (3). Il diffusait dans la mince couche de cytoplasme comprise entre la fibre nerveuse et la myéline (Figure 1). Mais il diffusait également jusque dans la zone externe de la myéline, dans une mince couche cytoplasmique l'entourant. Pour les contemporains de Ranvier, cette couche externe de cytoplasme représentait des cellules accessoires, tandis que la myéline était assez généralement considérée comme une production de la fibre nerveuse. La mince couche de cytoplasme interne était donc plutôt vue comme faisant partie de la fibre. L'histologiste espagnol Santiago Ramón y Cajal, prix Nobel de physiologie ou médecine de 1906, reconnu tardivement, au cours des années 1930, que Ranvier eut alors, à ce moment, c'est-à-dire au cours des années 1870, une intuition géniale, celle du concept de « cellule de Schwann », admise quelques décennies plus tard.

Ranvier arriva en effet à la conclusion que, entre deux étranglements, les deux couches de cytoplasme marquées et la myéline constituaient une seule entité cellulaire, une « cellule de Schwann ». Pour parvenir à cette conclusion, il observa méticuleusement ces deux couches de cytoplasme, il en étudia les granuloses et se fit une idée de leur granulométrie, c'est-à-dire du profil de répartition statistique de chaque taille de grain, de

manière intuitive et non quantifiée. Ranvier avait l'habitude de réaliser de très nombreuses observations, puis d'aller au coin du feu, pour se reposer, et surtout pour faire émerger dans son esprit, par une sorte de synthèse inconsciente, une image issue entièrement de son imagination.

C'est ainsi qu'il put se convaincre que les deux couches de cytoplasme qu'il observait de part et d'autre de la myéline étaient similaires, avec une granulométrie identique, mais différente de celle du cytoplasme de la fibre nerveuse. Ranvier interpréta alors ses observations en considérant que la myéline était contenue entièrement à l'intérieur d'une même cellule, interrompue de chaque côté par un étranglement annulaire. Il proposa alors une analogie entre cette cellule, la cellule de Schwann, et l'adipocyte (Figure 1D), en considérant la myéline comme une sorte de grande inclusion lipidique formant un tube autour de la fibre nerveuse. Il faut noter que le terme de « cellule de Schwann », qui préexistait, ne se rapportait alors qu'à un concept de cellule accessoire tapissant la myéline uniquement sur son bord extérieur. Dans cet exemple, on conclut qu'une observation microscopique minutieuse sur une fibre nerveuse fraîche permit ainsi à Ranvier de définir un nouveau concept anatomique dont la fonction physiologique lui semblait clair, l'isolation électrique de la fibre nerveuse.

Jules Luys et l'anatomie fonctionnelle du système nerveux

La figure de l'anatomo-pathologiste et aliéniste Jules Luys (1828-1897) est généralement très peu évoquée dans l'histoire des neurosciences. Et pourtant, le neuroanatomiste québécois André Parent a montré dans plusieurs études l'originalité et l'intérêt de ses travaux. Luys est en effet une figure à part, mais ses perspectives épistémologiques s'intègrent dans une certaine tradition d'étude des structures du système nerveux dans une perspective fonctionnelle (4). Selon Parent, Luys a été peut-être le seul médecin anatomiste à créer une œuvre à la Salpêtrière en marge de l'école de Charcot. Luys était, à partir de 1862, un médecin des hôpitaux de Paris du « petit service de neurologie » de la Salpêtrière, dirigé par Alfred Vulpian. Mais son œuvre anatomique débuta de manière indépendante, puisqu'il se forma à la microscopie avec le professeur d'histologie de la faculté de médecine de Paris, Charles Robin (1821-1885). En cela Luys peut être considéré comme l'un des pionniers de la microscopie médicale en France dans les années 1850.

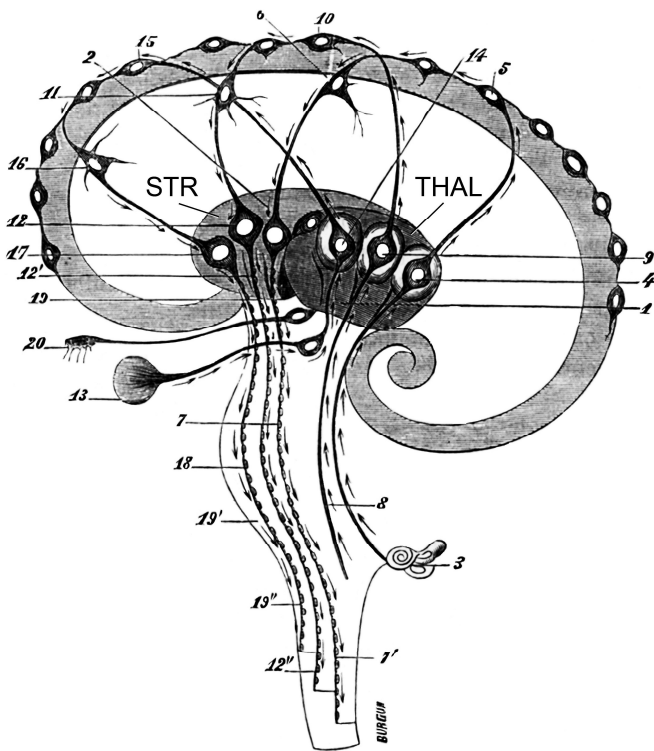


Figure 2. Schéma fonctionnel des noyaux opto-striés selon Luys. Luys schématise ces noyaux au centre d'une sphère délimitée par les « ondulations » de l'écorce cérébrale. Ce circuit fonctionnel est considéré comme un récepteur des influx sensoriels (visuels, auditifs, tactiles, olfactifs) se rendant (flèches ascendantes) vers leurs centres intégrateurs respectifs dans le thalamus (THAL), où ils ciblent les volumineuses cellules ganglionnaires et de là se projettent vers des régions spécifiques de l'écorce cérébrale (« sensorium commune »). En retour, l'information neuronale est réfléchie sur les cellules volumineuses du corps strié (STR) avant de se propager (flèches descendantes) aux différents segments moteurs du névraxe. La vision réticulariste de Luys transparait dans ce schéma où les neurones thalamiques, corticaux et striataux sont dotés de longs prolongements qui se fusionnent. Les abréviations « STR » (striatum) et « THAL » (thalamus) ont été rajoutées sur le schéma original pour en faciliter la compréhension. J. Luys, *Le cerveau et ses fonctions*, Paris, Baillière, 1876, figure 6. Figure adaptée de Parent (4).

Esprit indépendant, Luys travailla comme anatomo-pathologiste principalement sur le système nerveux. Il mit au point ses propres techniques, comme Ranvier, mais en travaillant sur de grandes coupes et en essayant de suivre les trajets des fibres nerveuses dans le cerveau. Il utilisa des techniques simples, avec de l'acide chromique et du carmin, comme Ranvier, mais par des procédés adaptés d'abord à de petits blocs de cerveau, puis à des tranches très fines. Selon Parent, de telles techniques étaient encore très peu utilisées au milieu du XIX^e siècle.

C'est en 1865 que Luys publia un premier ouvrage majeur, ses *Recherches sur le système nerveux cérébro-spinal, sa structure, ses fonctions et ses maladies* (4), pour lequel il reçut un prix de l'Académie des sciences. Dans cet ouvrage, Luys présente une nouvelle description

du thalamus (qu'il dénomme les « couches optiques »), en distinguant des nouvelles entités comme le « noyau sous-thalamique » et le « centre médian ». Dans le rapport du Prix rédigé par le physiologiste François Longet, Luys est loué pour ses connaissances en pathologie et en physiologie, mises en œuvre pour attribuer de nouvelles fonctions à certaines régions cérébrales. Parent suggère que Luys a été l'un des rares anatomistes de son époque à distinguer le striatum de la couche optique en lui assignant un rôle dans le contrôle moteur, et en proposant des fonctions sensorielles pour le thalamus. Parent considère que Luys a proposé la première description cohérente de l'organisation fonctionnelle du thalamus qu'il illustra dans un atlas de 80 pages inclus dans son ouvrage de 660 pages. Pour Parent, Luys a mis en évidence, pour chacun des quatre centres thalamiques qu'il décrit, des faisceaux de fibres ascendantes se projetant sur des aires corticales différentes, en décrivant ainsi un concept de fibres cortico-thalamiques qu'il pensait important pour l'attention et la conscience.

René Couteaux et l'étude dynamique de la synapse

René Couteaux (1909-1999) débute ses recherches anatomiques au début des années 1930 dans le laboratoire de biologie expérimentale de la Sorbonne d'Étienne Rabaud (1868-1956). Il adopte d'emblée une perspective fonctionnelle dans l'étude des relations entre les nerfs et les muscles, par une approche cytologique. C'est aussi en côtoyant Jean Nageotte (1866-1948), professeur honoraire au Collège de France, que le jeune Couteaux prend conscience de l'esprit critique nécessaire pour l'étude des aspects dynamiques et fonctionnels des architectures cellulaires et moléculaires. Lorsqu'il débute ses travaux, Couteaux souhaite étudier, à l'échelle sub-cellulaire, les synapses, pour éclairer les débats qui séparent encore les adeptes de la théorie du neurone et ceux partisans d'une nouvelle théorie réticulariste, ou encore les adeptes de la neuro-transmission chimique et ceux partisans d'une neuro-transmission électrique.

Les travaux de Couteaux sur la synapse l'engagent dans cette perspective épistémologique d'anatomie fonctionnelle. Il débute en étudiant par imprégnation argentique la jonction neuromusculaire de vertébrés et son développement. Il s'intéresse en particulier à la mise en place de la « sole » de la plaque motrice qui reçoit l'arborisation terminale de la fibre nerveuse motrice. Ce premier travail constitue sa thèse de médecine de 1941 ; il y démontre des intrications étroites entre l'arborisation nerveuse associée à sa glie et le cytoplasme musculaire. Mais sa technique ne permet pas de marquer les membranes elles-mêmes, et il est difficile pour Couteaux

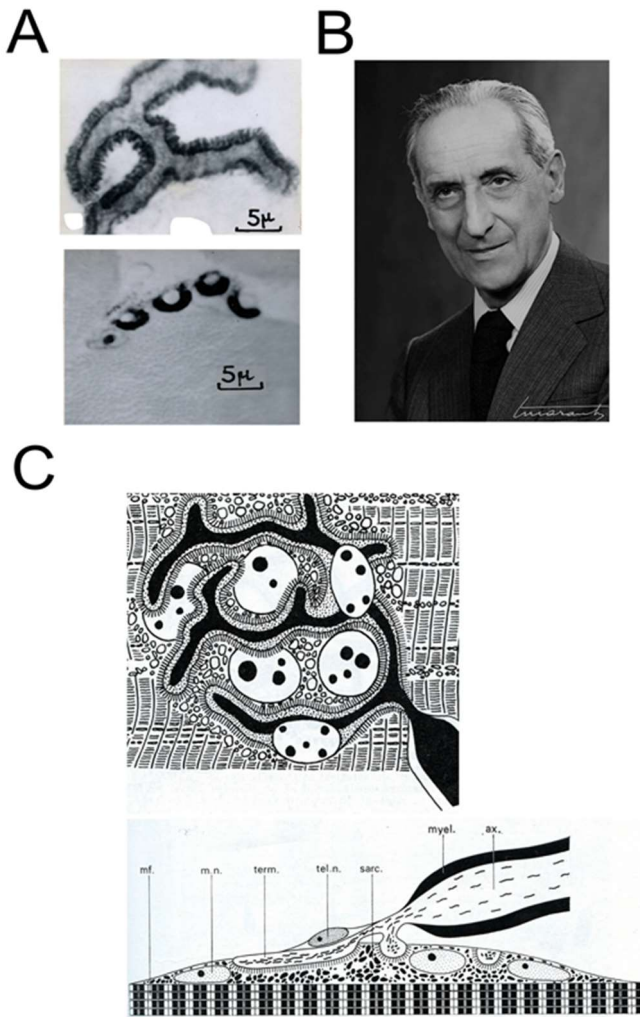


Figure 3. A, microphotographie d'une plaque motrice vue du dessus dans un muscle squelettique de souris (haut). La gouttière a ici une forme en H. Coupe transversale dévoilant les lamelles disposées autour de la gouttière (bas). La coloration dans cette préparation révèle une activité cholinestérasique. B, René Couteaux (1909-1999). C, schémas de la plaque motrice d'un mammifère selon Couteaux, vue d'en haut et vue latérale (1947). Le cytoplasme axonal figuré en noir occupe les gouttières synaptiques. Les lamelles de l'appareil sous-neural affleurent sur le bord de la gouttière synaptique. Les quatre noyaux à gros nucléoles sont des noyaux fondamentaux de la sole. Les deux autres sont des noyaux schwanniens. Coupe transversale ; ax. : axoplasme avec ses mitochondries allongées ; myel. : gaine de myéline de la fibre nerveuses ; tel.n. : noyau d'une cellule de Schwann terminale ; term. : terminaison de l'axone moteur dans sa gouttière synaptique ; les lamelles de l'appareil sous-neural coupées transversalement apparaissent comme des bâtonnets attachés à la membrane musculaire ; sarc. : sarcoplasme avec ses mitochondries ; m.n. : noyaux fondamentaux (musculaires) ; mf. : myofibrilles. Figure adaptée de Taxi et Barbara (5).

de différencier des régions sub-cellulaires distinctes qui permettraient de rejeter l'idée d'un continuum cytoplasmique entre le nerf et le muscle.

En 1942, Couteaux va chercher à marquer les plaques motrices adultes de vertébrés par tous les colorants qu'il a à sa disposition. Son choix se porte sur un colorant vital des mitochondries, le Vert Janus B, qui marque parfois la

sole de la plaque motrice (5). Comme Ranvier, Couteaux cherche alors à optimiser les conditions de coloration pour scruter les moindres détails des structures sur des tissus frais. Il réussit avec bonheur à établir les conditions très précises de coloration de la plaque motrice, ce qui est alors une avancée majeure à l'échelle internationale. Couteaux peut alors démontrer que la plaque motrice est constituée de différentes régions partiellement invaginées dans le muscle, et qui ont la forme de gouttières (Figure 3). De part et d'autre, ces gouttières sont délimitées par une fine membrane portant une série de lamelles régulièrement espacées et disposées perpendiculairement à l'axe des gouttières. C'est dans ces gouttières que sont logés les rameaux de l'arborisation nerveuse. Les belles images qu'il obtient sur du tissu frais sont reproduites ensuite par Couteaux après une stabilisation du marquage par du molybdate d'ammonium et fixation au formol, pour l'inclusion dans la paraffine, ce qui permet des observations plus détaillées (Figure 3). Tout comme Ranvier, Couteaux est parti du tissu frais pour révéler des structures avec l'idée que ces dernières avaient plus de chances d'être réelles, dans ces premières conditions. De la même manière, mais inversement, on avait écarté l'idée que le marquage des neurones par la technique de Golgi était un artefact en utilisant le bleu de méthylène révélant les mêmes images dans des tissus frais.

Couteaux a pu ainsi décrire la cytologie sub-microscopique de la plaque motrice, d'abord chez la souris et le lézard, comme une architecture qu'il dénomma l'« appareil sous-neural » (6). Sa nature musculaire fut démontrée par sa persistance après section et dégénérescence wallérienne du nerf moteur. Comme pour le bleu de méthylène par rapport à la coloration de Golgi, le marquage au Vert de Janus B ne fut admis que lorsqu'un marquage similaire par une technique très différente permit d'obtenir des images identiques par marquage d'une activité cholinestérasique (Figure 1). La technique de localisation histochimique des activités cholinestérasiques publiée en 1949, par le pharmacologue George Koelle (1919-1997) et le chimiste Jonas Friedenwald, était basée sur l'utilisation d'un substrat synthétique, l'acétylthiocholine, produisant un précipité de cuprothiocholine d'abord sur du tissu frais. Ce marquage permettait aussi de démontrer que l'appareil sous-neural est le lieu d'une forte concentration de cholinestérase. Pour Jacques Taxi, qui participa à ces travaux, ce fut le moment où la conception réticulariste fut mise presque définitivement « hors-jeu », avec un dernier coup de grâce avec l'avènement de la microscopie électronique. La synapse était déjà à ce moment-là éclairée d'un nouveau jour en précisant sa physiologie chimique.

La nouvelle technique de microscopie électronique fut apprise et adoptée par René Couteaux et son élève Jacques Taxi pour poursuivre son approche de cytologie fonctionnelle (7). Les progrès immenses qui furent réalisés en quelques années avec cette technique dépendaient selon Jacques Taxi de l'utilisation de résines polymérisables et du développement de nouveaux ultramicrotomes, pour réaliser des coupes de quelques dixièmes de micron. Après les premiers travaux du début des années 1950, de Palade et Palay, et de Reger et Robertson, montrant les limites membranaires de la fente synaptique et les vésicules, Couteaux et Pécot-Dechavassine publièrent des travaux à partir des années 1960 sur l'ultrastructure des synapses. Ils utilisèrent le muscle strié de grenouille dans lequel les rameaux nerveux rectilignes et parallèles permettent de multiples observations, une fois l'orientation des coupes bien établie. En particulier, dès 1961, Couteaux put ainsi décrire l'organisation spatiale des différenciations présynaptiques, décrites par Palay en 1956, en proposant le terme de « zones actives », alors purement hypothétique. Il s'agissait pour lui de la zone d'ancrage des vésicules, comportant le site de libération par exocytose. Couteaux montra en effet que ces différenciations présynaptiques se retrouvent très régulièrement en face de l'ouverture de chaque pli de l'appareil sous-neural dans l'espace synaptique. Il prend la forme d'un ruban triangulaire dense, collé par sa base à la face interne de la membrane présynaptique. Il s'étend d'un bord à l'autre de la gouttière synaptique et il est flanqué de chaque côté d'une rangée régulière de vésicules synaptiques. Ces données confirmaient la théorie « quantique » de la libération de l'acétylcholine à la synapse neuromusculaire par la découverte des potentiels synaptiques, nommés potentiels miniatures de plaque par Fatt et Katz en 1952, et la théorie vésiculaire ou théorie des vésicules synaptiques, selon laquelle un quantum d'acétylcholine correspond au contenu d'une vésicule synaptique libéré par exocytose dans l'espace synaptique, selon Del Castillo et Katz en 1955.

Un nouvel argument en faveur de la théorie vésiculaire fut apporté par Couteaux et Pécot-Dechavassine en 1972 par la démonstration d'une corrélation entre l'existence de potentiels miniatures « géants », correspondant à la présence dans les terminaisons de vésicules synaptiques géantes disséminées au sein de la population de vésicules.

Plus tard, Couteaux et Pécot-Dechavassine apportèrent une autre importante contribution en faveur de l'hypothèse vésiculaire, en 1970 et en 1974, par l'observation, sur des muscles fixés aux aldéhydes, d'images d'ouverture de vésicules dans la fente synaptique au niveau des « zones actives ». Ces images

justifiaient ainsi l'appellation « zones actives » adoptée par les neurophysiologistes dont John C. Eccles, prix Nobel de 1963, à la suite de Couteaux.

Conclusion

Ces exemples historiques montrent chez les neuroanatomistes français une certaine filiation dans la perspective de réaliser des observations anatomiques et histologiques dans une perspective physiologique. Un ancien débat d'histoire des sciences des années 2000 demandait s'il était possible de définir dans les sciences des « styles nationaux » de recherche. La question longuement débattue ne fut pas tranchée nettement, mais beaucoup d'historiens estimèrent que même si ce concept était trompeur, en ce sens qu'il ne peut être défini nettement sur la longue durée, il est possible de considérer des tendances et des perspectives épistémologiques définies pour certaines écoles et traditions durant certaines périodes. La question est alors de savoir comment, et sur quelle période, définir cette perspective.

Si l'on prend l'exemple des questionnements sur les structures externes et internes de la boîte crânienne et leurs fonctions, on peut dire d'une manière générale qu'ils furent au fondement de toute connaissance médicale relative au cerveau, peut-être depuis le néolithique. Déjà, la médecine et la philosophie grecques théorisèrent des liens entre l'existence et la localisation des « ventricules » du cerveau et leurs fonctions, chez Aristote, Érasistrate et Hérophile. On retrouve cette tendance chez les médecins du Moyen-Âge et par exemple chez Léonard de Vinci. Jusque-là rien ne paraît distinguer ce qui peut se passer en France ou ailleurs.

L'un des premiers discours d'un médecin français, personnel et original, sur les liens qui doivent exister selon lui entre anatomie et physiologie est de Félix Vicq d'Azyr (1748-1794) (8). Esprit encyclopédique, Vicq d'Azyr fut attentif à l'école du physiologiste Suisse Albrecht von Haller (1708-1777) et à son « anatomie animée » (*anatomia animata*). Haller considérait que la méthode physiologique d'excitation des organes, par des acides ou de l'électricité, devait permettre de mettre en évidence leurs propriétés physiologiques pour expliquer les mouvements et les sensations du corps humain. En ce sens, Haller considérait la physiologie comme donnant une image dynamique des structures, et comme un moyen d'« animer » les connaissances anatomiques. Mais la philosophe des sciences Anne-Lyse Rey a montré combien cette entreprise reposait aussi bien sur des expérimentations systématiques que sur des hypothèses solides considérées comme parfois arbitraires mais

heuristiques (9), permettant d'associer l'anatomie, l'expérimentation et la conjecture physiologique.

Vicq d'Azyr comprit la leçon quand il mêla l'observation anatomique par dissections à la formulation d'hypothèses sur la fonction des parties du cerveau, tout en tenant compte des données de physiologie. Cultivant surtout les arts de l'anatomie, il publia dans le *Dictionnaire de médecine de l'Encyclopédie méthodique* le plan d'un cours d'anatomie et de physiologie qu'il fit à la Faculté de médecine de Paris en 1780 (10). Et dans les trois années qui suivirent, Vicq d'Azyr mit en application ses préceptes dans quatre mémoires sur l'anatomie du cerveau présentés à l'Académie royale des sciences et qui, comme pour Luys, marque déjà des progrès dans la distinction de certaines régions tout en faisant de nouvelles hypothèses sur leurs fonctions.

Les idées de Vicq d'Azyr furent étendues et précisées par le médecin français Xavier Bichat qui fonda une nouvelle médecine sur la définition des différents tissus du corps humains, inspectés par la vue et les sens, tout en tentant des corrélations de structures et de fonctions combinant les données anatomiques, physiologiques et pathologiques (11). Cette nouvelle étude des tissus, ou histologie [mais non au sens actuel d'histologie microscopique] marqua une révolution médicale au tournant du XIX^e siècle dans le monde entier. Elle aboutit à définir deux disciplines et deux perspectives corrélatives, l'anatomie générale descriptive et l'« anatomie physiologique » s'intéressant aux fonctions.

Cette nouvelle tradition médicale fut alors développée par le philosophe Auguste Comte pour théoriser les liens indispensables que doivent avoir selon lui la physiologie et l'anatomie. Dans sa hiérarchie des sciences, Comte place la physique et la chimie comme les sciences supérieures permettant de découvrir les fonctions des organes resituées ensuite dans le corps humain.

Entre Vicq d'Azyr, Bichat et Comte, on voit donc un renversement progressif de ce qu'on nomme un régime disciplinaire, c'est-à-dire l'ensemble des rapports de subordination ou de dépendance des sciences entre elles, les unes étant considérées comme plus générales et servant aux autres, progressivement plus spécialisées. Vicq d'Azyr place en premier l'anatomie dont dérive selon lui, par déduction, la physiologie des organes. Alors que Bichat tente des corrélations qui mettent sur le même plan ces deux sciences. Comte, enfin, place les méthodes physico-chimiques dans les sciences supérieures générales, appliquées à l'étude des organes, dont les fonctions sont secondairement corrélées à la connaissance de leurs structures.

Claude Bernard fera toute sa carrière en réalisant des travaux importants qui aboutissent à des découvertes selon les préceptes de Comte. En réalité, bien sûr, chaque régime disciplinaire fonctionne selon l'état d'avancement des sciences et des possibilités de découvertes. Bernard lui-même disait que la déduction anatomique avait par le passé abouti à des découvertes physiologiques, mais qu'après 1850, la physique et la chimie des organes étaient la nouvelle voie vers de nouvelles connaissances. Louis Ranvier, avec l'usage du microscope, renversera encore ce régime disciplinaire en démontrant que l'anatomie microscopique pouvait aboutir à des découvertes, y compris en physiologie, en découvrant la fonction de certaines cellules.

On comprend dès lors mieux comment, en France, cette réflexion qui débute dans le contexte des Lumières, puis dans celui du positivisme, se développe ensuite comme l'expression théorique de programmes de recherche d'histologie microscopique dans le contexte de l'école de Claude Bernard. En ce sens, les travaux ultérieurs comme ceux de Couteaux, se rattachent encore à cette tradition, même si à partir du XX^e siècle, on ne peut plus parler d'une perspective surtout française, tant la microscopie devient de manière internationale alors une science autant physiologique qu'anatomique, et tant l'usage du microscope se développe autant pour étudier les détails intimes des tissus fixés que pour la biologie des cellules vivantes. Mais pour la période entre 1850 et 1950, il semble bien qu'on puisse parler d'un style physiologique de la neuroanatomie française.

jean-gael.barbara @sorbonne-universite.fr

Références

- (1) J.G. Barbara, F. Clarac (éds.), *Le cerveau au microscope : la neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles*, Paris, Hermann, 2017, ISBN 9782705695132, 536 pages.
- (2) J.G. Barbara, 2007, Louis Ranvier (1835-1922): the contribution of microscopy to physiology, and the renewal of French general anatomy, *Journal of the History of the Neurosciences*, 16, 413-431.
- (3) J.-G. Barbara, Paul Foley, 2025, The concept of the Schwann cell by Louis Ranvier and his school: the "interannular segment" as a cell unit, *Journal of the History of the Neurosciences*, 34, 64-95.
- (4) André Parent, Jules Bernard Luys, de l'analyse factuelle à une vision systémique de l'axe cérébro-spinal, in J.G. Barbara, F. Clarac (éds.), *Le cerveau au microscope : la neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles*, Paris, Hermann, 2017, p. 127-175.
- (5) J. Taxi, J.G. Barbara, 2016, René Couteaux & la cytologie de la synapse neuromusculaire, *Lettre des Neurosciences*, 51, p. 4-9.
- (6) J.G. Barbara, S. Tsuji, 2017. René Couteaux et l'étude de la synapse, in J.G. Barbara, F. Clarac (éds.), *Le cerveau au microscope : la neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles*, Paris, Hermann, 2017, p. 283-296.

(7) J.G. Barbara, J. Taxi, 2017. L'apport de la microscopie électronique à la neuroanatomie, in J.G. Barbara, F. Clarac (éds.), *Le cerveau au microscope : la neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles*, Paris, Hermann, 2017, p. 357-367.

(8) Mandressi Rafael, *Le regard de l'anatomiste*, Paris, Seuil, 2003, 352 pages.

(9) Anne-Lise Rey, L'épistémologie de Haller : entre expériences et conjectures ? *Littératures Classiques*, 81, 2013, 227-242.

(10) Mandressi Rafael, « Félix Vicq d'Azyr : l'anatomie, l'État, la médecine. Une carrière scientifique entre Ancien régime et Révolution », Site de la bibliothèque interuniversitaire de médecine, coll. Medic@, 2004. [En ligne], <https://www.biusante.parisdescartes.fr/histoire/medica/vicq.php> (19 décembre 2019).

(11) J.G. Barbara, 2016. Biological generality and general anatomy from Xavier Bichat to Louis Antoine Ranvier, in K. Chemla, R. Chorlay, D. Rabouin, (éds.), *The Oxford Handbook of Generality in Mathematics and the Sciences*, Oxford UP, 2016.