

Le cerveau au microscope

La neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles

Sous la direction de
JEAN-GAËL BARBARA ET FRANÇOIS CLARAC

Introduction

JEAN-GAËL BARBARA ET FRANÇOIS CLARAC

Il a pu paraître paradoxal, pour un néophyte du XIX^e siècle, et encore actuellement peut-être, de vouloir comprendre le cerveau armé d'un microscope. Que ce fût à l'aide d'un instrument rudimentaire ou d'un instrument Nachet des années 1890, ou même – au XX^e siècle – d'un puissant microscope électronique grossissant plusieurs millions de fois, que pourrait-on en effet prétendre ainsi découvrir sur le cerveau humain et l'esprit ?

Pour un lettré du XIX^e siècle, cette entreprise pouvait sembler peut-être aussi myope que celle – par exemple – de vouloir comprendre l'œuvre exubérante de Marcel Proust, armé d'une loupe, syllabe après syllabe. Pourtant, pour un spécialiste de Proust, comme l'a été le père de l'un d'entre nous¹, la complexité littéraire de cette œuvre réside aussi à l'intérieur de chaque phrase, dans les rapports parfois incertains entre mots contigus et distants. De sorte que cette échelle d'étude est également pertinente pour celle de l'ensemble en raison d'une certaine forme de complexité fractale qu'on rencontre dans les arts aussi bien que dans la vie elle-même.

C'est ainsi qu'on peut mieux comprendre les raisons et les succès des recherches microscopiques sur le cerveau au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle : une grande enquête qui cherche à comprendre la complexité des éléments microscopiques du tissu nerveux qu'on souhaite mettre en relation avec les fonctions du cerveau. On étudie ainsi les fibres nerveuses et leurs arrangements en réseaux, les axones ramifiés ou linéaires, les dendrites aux formes multiples, puis les neurones et leur gigantesque diversité d'allures et de contacts, leurs arrangements spécifiques dans chaque région du cerveau et leurs mises en place au cours du développement embryonnaire.

Au tournant du XX^e siècle, ces recherches ont été en réalité si fructueuses dans la description minutieuse de la complexité structurale des centres nerveux du cerveau qu'on a cru – et encore à présent pour certains naïvement dans l'euphorie de l'avènement de l'imagerie cérébrale – que ces études

1. François Clarac et son père Pierre Clarac (1894-1986).

morphologiques pouvaient révéler non seulement le fonctionnement du cerveau, mais encore certaines particularités psychiques du sujet comme le génie, le caractère criminel ou encore l'homosexualité.

Citons l'exemple de l'anatomiste juif allemand Oscar Vogt (1870-1959), suivant les traces du célèbre criminologue italien du XIX^e siècle, Cesare Lombroso (1835-1909), lequel se rendit célèbre pour avoir étudié au microscope le cerveau de criminels. Vogt s'était quant à lui vu confier avant la Seconde Guerre mondiale l'étude du cerveau de Lénine pour en découvrir les stigmates du génie, et il étudia par la suite – sans succès d'ailleurs – le cerveau de criminels nazis sans oser franchir le pas d'une publication scientifique.

Ce type de recherches microscopiques – celles de Lombroso et de Vogt – demeurent toutefois marginales et s'inscrivent dans un immense panorama de recherches fondamentales et cliniques aux XIX^e et XX^e siècles. Durant cette période, les écoles de neuroanatomie microscopique se développent dans chaque pays, avec des nuances qui tiennent en partie à l'histoire de leurs traditions distinctes en anatomie et en physiologie.

En Allemagne et au Royaume-Uni, la physiologie expérimentale émerge en s'intégrant naturellement aux études de microscopie, respectivement autour de Johannes Müller (1801-1858) et de Michael Foster (1836-1907), dans des contextes de recherches centrées sur les études embryologiques, autour de la *Naturphilosophie* en Allemagne et, au Royaume-Uni, dans le cadre de la théorie de l'évolution et de la zoologie.

En France, le médecin et chef de file de l'école de physiologie, François Magendie (1783-1855), pratique également la microscopie; mais avec son élève, Claude Bernard (1813-1878), la physiologie entend prendre le pas sur la discipline anatomique en prônant la recherche des fonctions des organes et des tissus comme but ultime de la médecine expérimentale, dans laquelle l'anatomie ne représente qu'une connaissance indispensable, mais préalable à l'enquête fonctionnelle des organes, basée sur la physique et la chimie. L'anatomie microscopique fondamentale se développe néanmoins timidement dans les écoles de physiologie françaises, préférentiellement en dehors des contextes médicaux, en raison de l'hostilité des médecins, même si quelques-uns utilisent tôt le microscope pour l'analyse des liquides du corps humain dans un but diagnostique². Dans l'ensemble cependant, les médecins demeurent largement étrangers à l'usage du microscope en médecine,

2. Comme le liquide céphalo-rachidien, le sang ou l'urine.

jusqu'à ce que progressivement on reconnaisse son utilité dans l'analyse anatomopathologique pour mieux comprendre l'étiologie des maladies.

Il y a donc plusieurs chemins recouvrants qui aboutissent à l'introduction de la microscopie dans l'étude du corps humain en France, celui de médecins indépendants gagnés par la passion du microscope, comme Alfred Donné (1801-1878), puis celui des médecins-physiologistes qui en comprennent l'intérêt pour leurs recherches, et, plus tardivement, celui des médecins anatomopathologistes.

Mais, contrairement à la situation en Allemagne et au Royaume-Uni, François Magendie et Claude Bernard ne créent pas eux-mêmes directement d'école d'anatomie microscopique ou d'*histologie*. Bernard ne pratique pas la microscopie, mais il soutiendra l'ouverture en 1876 d'une chaire d'anatomie générale au Collège de France pour l'un de ses élèves, histologiste, Louis Ranvier³.

On n'abordera ici que les parcours historiques les plus significatifs de l'école française d'anatomie microscopique du cerveau, avec la perspective d'en dégager certaines spécificités et tout en gardant à l'esprit qu'il ne s'agit pas alors d'une discipline, mais d'un thème de recherche pratiqué généralement dans une perspective large de physiologie générale, d'histologie générale ou de médecine.

Les spécificités de ces recherches françaises délimitent les contours d'une certaine tradition qu'on n'élèvera pas au rang de style de recherche. On n'apprécie guère en effet en général la notion de style de recherche à l'échelle des nations, parce qu'elle tend souvent à produire entre elles des lignes de fracture qui ne sont pas toujours pertinentes, mais qui dépendent surtout de la petite taille des communautés de recherche et de leurs histoires propres au XIX^e siècle et au début du XX^e siècle.

Cependant, on peut expliquer certaines différences de développement scientifique parfois subtiles entre pays à certaines périodes en étudiant les conditions de leur mise en place et leurs conséquences sur les développements des décennies suivantes.

On doit néanmoins garder à l'esprit que la notion de *style* est trompeuse, car on ne cherche pas comme en art à mettre en évidence un style de recherche qui tendrait à s'affirmer et à s'individualiser progressivement par un affinement qui aboutirait à une sorte de perfection. Au contraire, pour les sciences, on pense qu'un style scientifique

3. De même que Claude Bernard favorisera plusieurs autres sous-disciplines physiologiques et anatomiques. Voir J.-G. Barbara et P. Corvol (éd.), *Les élèves de Claude Bernard*, Paris, Hermann, 2012.

III. UNE ENQUÊTE HISTORIQUE DU XIX^e SIÈCLE JUSQU'AU PRÉSENT

Le travail historique du présent ouvrage a été celui d'un groupe de chercheurs qui s'est constitué lors du colloque organisé le 9 février 2007 consacré à l'école française de neuroanatomie de Louis Ranvier à René Couteaux⁷, avec des acteurs contemporains importants du domaine qui ont accepté ensuite de développer leurs recherches sur une période de dix années, avec d'autres collègues joints plus tardivement au projet.

Le livre s'ouvre par une première partie consacrée à l'anatomie microscopique et aux sciences du système nerveux au XIX^e siècle et une première étude sur le microscopiste Charles-Philippe Robin (1821-1885), par Andrée Tixier-Vidal, neuroscientifique et neuroendocrinologue, qui avait précédemment réalisé un travail sur les liens entre la théorie cellulaire et la théorie du neurone⁸. Andrée Tixier-Vidal s'est ici attachée à l'étude de l'œuvre de Robin avec une analyse minutieuse de ses contributions à l'histologie du système nerveux.

Charles Robin est une figure incontournable de la microscopie française, infatigable histologiste, nommé à la première chaire de cette discipline à la faculté des sciences de Paris, et à qui Louis Ranvier lui-même doit une bonne partie de sa formation technique, notamment dans son cours privé, même si les deux hommes se sont par la suite opposés scientifiquement sur la théorie cellulaire. Andrée Tixier-Vidal démontre que les études de Robin sur le développement embryonnaire

7. Ce colloque a été organisé par Jean-Gaël Barbara et Monique Rogard au laboratoire REHSEIS, directrice K. Chemla, dans le cadre de l'axe de recherche historique sur les neurosciences. Le programme était constitué d'exposés (dans l'ordre) de Jean-Gaël Barbara et Monique Rogard (« Introduction »), François Clarac (« Gombault, l'histologiste de Charcot »), Jacques Taxi (« Le début de carrière de Couteaux et les débuts de la microscopie électronique en France »), Constantino Sotelo (« L'histoire de la synapse et la contribution de René Couteaux »), Shigeru Tsuji (« Identification morphologique de la synapse en microscopie optique et observation ultrastructurale de la zone active présynaptique par Couteaux »). Cette conférence a été enregistrée par André Dautigny que nous remercions vivement et des vidéos sont généralement accessibles en ligne à partir de *canal-u.tv*. Entre autres, ont participé à cette journée, Françoise I Iaguenau, Yves Galifret, Karine Chemla, Evelyn Fox-Keller, André Calas, Mikhail Ugrumov, Didier Orsal et Claude Debru.

8. A. Tixier-Vidal, « De la théorie cellulaire à la théorie neuronale », *Biologie Aujourd'hui*, 204, 2010, p. 253-266. Voir aussi P. Mazzarello, « A Unifying Concept : the History of Cell Theory », *Nature Cell Biology*, 1, 1999, p. 13-15.

I

Charles-Philippe Robin et ses recherches sur la structure des nerfs

ANDRÉE TIXIER-VIDAL

Charles-Philippe Robin, né en 1821, est issu d'une famille de la riche bourgeoisie de l'Ain, comptant déjà plusieurs médecins. Après avoir achevé ses études classiques à Lyon, il s'inscrit à la faculté de médecine de Paris en 1838 et obtient le titre de docteur en médecine en 1846, suivi par celui de docteur ès sciences naturelles en 1847. Il fut membre de l'Académie de médecine et de l'Académie des sciences. En outre il fut sénateur élu du département de l'Ain de 1876 jusqu'à sa mort en 1885.

Son œuvre scientifique consiste essentiellement dans la description de la structure microscopique des tissus humains et animaux, issus d'animaux adultes ou aux premiers stades du développement. Elle fait l'objet d'un nombre considérable d'articles et de volumes de synthèse. Robin était un auteur très prolifique dont la lecture, pour un lecteur contemporain, est parfois laborieuse, étant donné l'abondance des détails associés à des commentaires théoriques ou polémiques. Il était incontestablement un observateur minutieux et avait une connaissance approfondie du microscope et de son application à l'examen des tissus biologiques dont les méthodes de préparation étaient cependant encore très rudimentaires. Il est à juste titre considéré comme le père et le propagateur de l'histologie médicale en France. Il fut d'ailleurs l'un des premiers titulaires d'une chaire d'histologie en France, à la faculté de médecine de Paris, chaire créée pour lui en 1862. En 1864 il publie son *Programme du cours d'histologie professé à la faculté de médecine de Paris*, un volume de 500 pages environ, divisé en trente-cinq leçons. La première est consacrée à la définition de l'histologie, où l'on voit que Robin se situe dans la continuité de Xavier Bichat puisque, selon lui, « le but du cours est l'étude des parties constituantes élémentaires de l'économie sans omettre aucune de leurs dispositions dans la succession de leurs arrangements de plus en plus compliqués jusqu'au point

où elles forment les organes et les appareils dont l'examen fait l'objet de l'anatomie descriptive [...] L'histologie est le nom propre d'une division particulière de l'anatomie générale ».

Le microscope est l'instrument indispensable à l'étude des « parties constituantes élémentaires », c'est-à-dire des cellules, mais Robin conteste l'emploi de ce terme et du concept. De même, il refuse l'expression *anatomie microscopique*, déjà adoptée par les auteurs allemands, sous le prétexte que « l'on ne donne pas aux sciences le nom des instruments qui servent à les étudier ».

Par ailleurs, il fut en 1848 l'un des membres fondateurs très actif de la Société de biologie dont il fut le premier Président. Il fut aussi un acteur important de la création de la biologie en tant que science autonome. Comme Xavier Bichat, il était préoccupé par la transition entre les disciplines que sont la biologie, la chimie et la physique.

Avant d'aborder son rôle dans l'essor de la neuroanatomie en France il convient de situer son œuvre dans le contexte historique et conceptuel de la biologie en France et en Europe.

I. CONTEXTE DES RECHERCHES BIOLOGIQUES EN EUROPE AU TEMPS DE L'AVÈNEMENT DE LA THÉORIE CELLULAIRE

La première moitié du XIX^e siècle est une période particulièrement féconde pour la biologie en Europe. Elle est alors dominée par la recherche d'un constituant élémentaire commun à l'ensemble des êtres vivants, du monde végétal et du monde animal. Cette recherche doit son origine à l'invention du microscope en 1595. Le terme *cellule* fut introduit par Robert Hooke (1635-1703) en 1665 pour désigner des éléments creux constitutifs d'une tranche de liège. À partir du début du XIX^e siècle et avec les progrès de l'anatomie microscopique végétale – notamment en France – Charles-François Brisseau de Mirbel (1776-1854), Jean-François Turpin (1775-1840) et François-Vincent Raspail (1794-1878) apportent des observations en faveur de l'origine cellulaire des tissus végétaux¹. Ceci conduisit l'histologiste allemand Mathias Jakob Schleiden (1804-1881) à élaborer une synthèse et à formuler en 1838-1842, pour les végétaux, la théorie cellulaire qui postule que la cellule est l'élément constitutif élémentaire de tous les végétaux.

1. Duchesneau, 1987.

Cette théorie fut rapidement étendue aux tissus animaux par Theodor Schwann (1810-1882) en 1839-1842. Enfin, en 1855, le pathologiste allemand Rudolf Virchow formula le deuxième principe de la théorie cellulaire selon lequel toute cellule dérive d'une cellule préexistante². Selon Robin, Virchow aurait plagié l'Anglais J.T. Goodsir qui avait publié une conception analogue en 1822³. Cette théorie eut un grand succès en Europe et fut rapidement enseignée dans les facultés de médecine en Allemagne, en Belgique, et ignorée en France, spécialement à Paris, sauf cependant à Strasbourg⁴.

II. CONTEXTE FRANÇAIS DE LA BIOLOGIE MÉDICALE PENDANT LA PREMIÈRE MOITIÉ DU XIX^e SIÈCLE

Lorsque Robin acheva ses études de médecine en 1846, le milieu médical n'était pas prêt à accepter la théorie cellulaire et ceci pour plusieurs raisons. Ce milieu était dominé par l'héritage spirituel de Xavier Bichat, mort prématurément en 1802, laissant une œuvre considérable, et dont le mythe l'a promu au rang de génie. Il fut notamment le fondateur d'une nouvelle science, l'*anatomie générale*⁵. Xavier Bichat n'accordait aucune confiance aux données microscopiques, encore peu fiables sur les tissus animaux, à la fin du XVIII^e siècle et considérait le tissu comme l'unité élémentaire des organismes vivants. Cette idée fut ensuite développée par son élève de Blainville et par le philosophe Auguste Comte pour lesquels le tissu est le seul élément organisateur de la vie, « l'idée de tissu constitue dans le système des spéculations organiques le véritable équivalent logique de la molécule⁶ ».

Les grands médecins français de la période succédant à Xavier Bichat, François Broussais (1772-1838), Pierre Flourens (1794-1867) et François Magendie (1783-1855) se sont intéressés principalement à la physiologie dans ses rapports avec la pathologie et se préoccupaient à juste titre de faire entrer la biologie dans le domaine des sciences exactes. Comme Xavier Bichat, ils étaient très critiques vis-à-vis des données microscopiques et ne plaçaient pas la cellule au centre de leur système d'analyse du vivant. Cependant le terme de *cellule* apparaît

2. Klein, 1936, 1951 ; Tixier-Vidal, 2011.

3. Robin, 1873.

4. Klein, 1980.

5. Voir Barbara, 2016.

6. A. Comte, *Cours de Philosophie Positive*, 1838, cité par Robin, 1873.

II

Claude Bernard et le microscope

JEAN-GAËL BARBARA

La position de Claude Bernard au sujet de la microscopie est très ambivalente. Peut-être parce qu'il hésite au sujet de l'histologie, de l'anatomie d'une manière plus générale, de la théorie cellulaire et de la théorie du blastème. Or, ses positions sur ces thèmes détermineront pourtant la fondation en France d'une « physiologie cellulaire » et d'une « anatomic générale » à l'échelle microscopique par son élève Louis Ranvier.

Il est difficile pour l'historien d'estimer si le projet bernardien contient ou pas une approche cellulaire, qui incorpore à la fois l'étude des propriétés des « éléments histologiques » et leurs déterminants anatomiques par une approche expérimentale, telle qu'on la retrouve chez Ranvier. On a le sentiment qu'il est nécessaire d'éviter de choisir trop radicalement entre la promotion par Canguilhem d'une « physiologie cellulaire » bernardienne et l'idée selon laquelle le projet de Bernard se détache de la théorie cellulaire et favorise *in fine* la théorie protoplasmique comme fondement de la physiologie générale¹.

L'œuvre de Bernard semble devoir être replacée dans une perspective historique en affinant les liens qu'il tisse entre les sciences anatomiques et la physiologie générale, non seulement dans son œuvre écrite, mais aussi dans les interactions qu'il noue avec ses élèves. C'est ainsi qu'on pourra comprendre comment l'anatomie microscopique générale de Louis Ranvier s'inscrit dans l'école physiologique de Claude Bernard.

Il faut rappeler que le projet de la physiologie expérimentale française est d'abord celui de chirurgiens vivisectionnistes, nécessairement « habitués à opérer sur les êtres vivants, et [...] profondément versés dans les études anatomiques et histologiques² ». François Magendie a insisté sur la nécessité de l'habileté et de l'expérience pour la dissection de vivisection, qu'il considère comme des facteurs pratiques

1. Loison, 2012, p. 135-149.

2. Bernard, 1872a, p. 208.

dans ses œuvres, c'est presque toujours comme des arguments secondaires¹⁴. Dans la polémique sur le mode d'action du curare, Bernard ne prend en compte les nouvelles données sur la plaque motrice qu'en reconnaissant finalement à mots couverts son adhésion à la théorie de ses concurrents. Le mot de Bernard, cité par Justin Jolly, résume bien sa position assumée de non-spécialiste de l'histologie : « Ranvier va nous expliquer cela! »

Il y a néanmoins chez Bernard la volonté d'installer une nouvelle forme d'anatomie générale « [une] [...] anatomie physiologique, c'est-à-dire normale en opposition avec l'anatomie pathologique. [Cette] [...] anatomie normale ne peut se faire que sur un individu vivant, écrit Bernard [...] Alors seulement on pourra dire que l'anatomie explique le phénomène vital; mais il faudra aussi faire rentrer les propriétés vitales des tissus dans l'anatomie. C'est la vraie anatomie générale [...] C'est là une véritable réforme anatomique qu'il conviendrait de faire [...] »¹⁵. Bernard revendique une réelle continuité entre l'anatomie générale de Bichat et celle qu'il imagine puisque la première est une tentative pour isoler par l'anatomie et la physiologie les caractères descriptifs et fonctionnels des tissus sur lesquels la physiologie expérimentale se fonde pour découvrir de nouvelles fonctions et les localiser dans les éléments histologiques¹⁶. Bernard recommande de dresser des listes d'éléments anatomiques, d'en faire des classifications sans verser dans un essentialisme des espèces histologiques, et d'en étudier surtout les propriétés comme fondement de la physiologie générale. Dans ce programme, il serait trop radical de penser que la physiologie bernardienne rejette la physiologie comparée et l'étude des variations et des idiosyncrasies des tissus, car si Bernard souhaite les réduire aux lois des phénomènes vitaux, c'est justement leur étude qui permet de découvrir ces lois. La physiologie comparée qui demeure pour lui une approche « insuffisante » est néanmoins considérée comme une « source d'études

entreprises dans cette voie; car la science n'est, en définitive, que l'étude des rapports entre les phénomènes naturels et leurs causes matérielles. Voilà pourquoi, si l'on admettait, comme une vérité, qu'il existe des affections ne reconnaissant pour cause aucune modification des organes, on verrait s'écrouler d'un seul coup tout l'édifice scientifique. »

14. *Ibid.* : « L'anatomie microscopique vient en aide à la physiologie pour démontrer dans les parois vasculaires l'existence évidente de ces mêmes éléments. » Poiseul avait constaté le « resserrement des vaisseaux » avec le froid sous le microscope.

15. Bernard, 1877, p. 282.

16. Voir Barbara, 2016.

précieuses », une « mine », « un moyen de contrôle et l'occasion de nouvelles investigations expérimentales »¹⁷.

Le programme de recherche de Ranvier est destiné directement à combler ces attentes bernardiennes, puisque ses recherches suivent de près les recommandations du cours de 1858 d'étudier certains éléments histologiques¹⁸. Ce sont vraisemblablement les succès de Ranvier qui donnent à Bernard l'enthousiasme pour redéfinir le but futur de la médecine expérimentale :

[...] le laboratoire d'études microscopiques nous présente désormais l'un de nos plus puissants moyens d'investigation ; mais [...] il ne suffit pas de connaître anatomiquement les éléments organiques, il faut étudier leurs propriétés, leurs fonctions à l'aide de l'expérimentation la plus délicate ; il faut faire, en un mot, l'*histologie expérimentale*, ou, autrement dit, la *physiologie histologique*. Tel est le but suprême de nos recherches : elle est la base de la médecine future¹⁹.

On notera en passant que la critique de Gaston Bonnier, dans l'élaboration de son « anatomie expérimentale », visant la conception bernardienne de l'indépendance de la forme des organismes et des conditions physico-chimiques du milieu, sert essentiellement d'introduction pour justifier une approche expérimentale de l'anatomie que les *Leçons sur les phénomènes de la vie* semblent *a priori* exclure. Il est vrai que, dans ces textes, Bernard rattache les variations morphologiques des tissus presque entièrement à l'hérédité qui ne peut être une condition expérimentale. Mais s'il passe presque entièrement sous silence cette partie des variations qui dépendent des conditions physico-chimiques, il n'en condamne pas pour autant une approche anatomique expérimentale qu'il a encouragée dans le projet d'« histologie expérimentale » de Ranvier et qu'il a commentée dans les travaux sur les phénomènes de régénération de Philippeaux et Vulpian et ceux sur les greffes animales de Paul Bert.

Il serait aisé de franchir le pas en considérant que l'approche cellulaire de la médecine expérimentale bernardienne fonde une « physiologie cellulaire » française à l'instar de ce qui se passe en Allemagne avec les travaux de Virchow et de Kölliker. N'est-ce pas Bernard lui-même qui écrit « [...] nous avons vu qu'on s'attachait à l'étude de la *cellule*,

17. Bernard, 1872a, p. 270.

18. Voir Barbara, 2007.

19. Bernard, *Rev. Sci.*, 1875.

III

Louis Ranvier, l'anatomie générale microscopique et ses recherches sur les cellules nerveuses

JEAN-GAËL BARBARA



1. Louis Ranvier (1832-1922).

Louis Antoine Ranvier est né à Lyon en 1835, dans une famille consacrée à la politique et aux affaires publiques, dont la gestion administrative des hôpitaux. C'est assez naturellement qu'il entreprit des études médicales à l'École préparatoire de médecine et de pharmacie de Lyon, qui le conduisirent rapidement à Paris en 1860, après son succès au concours sélectif de l'internat des hôpitaux de Paris. Durant sa formation médicale, Ranvier se familiarisa avec l'anatomie normale et pathologique, et

il se consacra rapidement à la microscopie comme moyen d'étude supplémentaire des tissus. Cette orientation était alors encore peu courante chez les médecins français, après que Bichat eut inspiré Henri Ducrotay de Blainville (1777-1850) et Auguste Comte (1798-1857) dans leurs attaques contre la microscopie¹.

Cependant, le contexte français de la microscopie médicale changeait. Depuis le début des années 1830, des médecins s'étaient formés à cette nouvelle méthode d'observation comme Alfred Donné (1801-1878), Hermann Lebert (1813-1878), David Gruby (1810-1898), Louis Mandl (1812-1881), puis plus tard Charles-Philippe Robin (1821-1885), Paul Broca (1824-1880), Eugène-François Follin (1823-1867) et Aristide

1. Canguilhem, 1952, p. 63-64; Bichat, 1799, p. 35.

Verneuil (1823-1895) qui consacèrent une partie de leurs recherches et de leurs enseignements aux études microscopiques². Donné et Robin avaient publié des mémoires et des manuels de microscopie, certains adressés aux étudiants en médecine, qui ont eu une influence sur Ranvier qui suivit le cours privé de Robin³. Néanmoins, Ranvier fut certainement plus influencé par les études allemandes, en traductions françaises qu'il cita ultérieurement⁴.

Entre 1860 et 1865, Cornil et Ranvier consacèrent une partie de leur temps à la microscopie. En marge de leurs observations de tumeurs et d'autres tissus pathologiques, Ranvier se concentra sur des préparations osseuses qui le conduisirent à l'étude du cartilage et des lésions osseuses dans sa thèse de médecine⁵. Dès 1865, Ranvier et Cornil avaient commencé à collaborer dans l'étude des tumeurs épithéliales lorsqu'ils mirent sur pied un petit laboratoire privé de microscopie, 2 rue Christine à Paris, qui attira de jeunes internes dont Louis Malassez, Joseph-Louis Renaut, Georges Maurice Debove⁶, et Jacques-Joseph Grancher⁷. Entre 1866 et 1867, le cours d'un semestre de Cornil et Ranvier n'avait pas d'autre équivalent en France⁸. Il s'interrompit définitivement lorsque Ranvier accepta de rejoindre Claude Bernard au Collège de France. Ce cours fut publié en trois parties deux années plus tard sous la forme d'un manuel qui fit autorité⁹. Il fut traduit en anglais, avec des notes et des ajouts en Angleterre et aux États-Unis¹⁰, et considéré comme un manuel moderne bien écrit et utile pour les étudiants de médecine intéressés par l'histologie normale et pathologique.

Au début des années 1870, les études microscopiques gagnaient progressivement leur place et acquéraient une réputation dans le monde académique, particulièrement dans la faculté de médecine de Paris. Une chaire d'histologie avait été créée en 1862 pour Charles Robin. Cependant, selon Broca, à l'instar de Robin, la grande majorité des micrographes médicaux français demeuraient hostiles à la théorie cellulaire. Ils n'acceptaient pas le concept de cellule, mais ils reconnaissaient

2. La Berge, 2004, p. 424-453.

3. Foucault, Donné, 1844-1845; Robin, 1849; Robin, 1854; Robin, 1856.

4. Kölliker, 1856; Virchow, 1858; Jolly, 1922, p. 1-72, p. 10; Jolly, 1932, p. 213.

5. Ranvier, 1865.

6. Georges Maurice Debove (1845-1920).

7. Jacques-Joseph Grancher (1843-1907).

8. Jolly, 1922.

9. Cornil, Ranvier, 1869, 1873, 1876.

10. Cornil, Ranvier, 1880; Cornil, Ranvier, 1882.

plutôt la « spécificité des diverses cellules », soulignant ainsi, selon eux, l'existence de différentes entités histologiques devant remplacer le concept allemand unitaire de cellule¹¹.

Ranvier fut influencé par l'extension par Virchow de la théorie cellulaire à la pathologie. Certaines observations de Virchow sont soulignées dans l'introduction de Ranvier à ses études sur le cartilage et l'os¹². Tandis que Cornil étudiait les tissus pathologiques, Ranvier se consacra à l'histologie normale. Il ne s'intéressa pas seulement à la théorie cellulaire, mais aussi, en tant qu'élève de Bernard, au développement, à la nutrition et aux fonctions des tissus sains.

Ranvier apprit de Bernard comment l'histologie pouvait aider la physiologie. Il suivit les leçons de Bernard au Collège de France, les *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme*¹³, et les *Leçons sur les propriétés des tissus vivants*¹⁴, concernant les études microscopiques. Durant les années 1860, les partisans français de la physiologie expérimentale encourageaient les histologistes à localiser la fonction des organes à l'échelle des cellules et des tissus. Cette approche physiologique contrastait avec celle très descriptive de Robin qui refusait la généralisation et la théorisation telles qu'elles étaient pratiquées dans les écoles allemandes¹⁵. Ranvier sut situer son travail entre Bichat et Bernard, en adoptant ce que Bernard nomma plus tard l'« histologie expérimentale ».

Le Collège de France et l'École pratique des hautes études furent des institutions nécessaires pour le développement de programmes de recherche originaux. Ces deux institutions françaises furent créées en réaction contre les facultés en favorisant des esprits libres et novateurs comme Ranvier. Elles jouèrent un rôle important en France, en particulier en favorisant l'acceptation de la théorie cellulaire, alors que les facultés prônaient l'établissement des faits de manière plus descriptive sans théorisation autour d'un concept de cellule¹⁶. Claude Bernard permit à Ranvier d'installer un petit laboratoire d'histologie à l'École pratique des hautes études, puis il installa plus tard Ranvier au Collège de France en 1867, où nombre de ses collègues suivaient ses recherches.

11. La Berge, 2004, p. 438 ; Canguilhem, 1952, p. 66-67.

12. Cornil, Ranvier, 1869, p. 19-29 ; Ranvier, 1863, p. 549-553.

13. Bernard, 1859.

14. Bernard, 1866.

15. Voir Jolly, 1922, p. 12.

16. Voir Bernard, 1947, p. 23-26, p. 215.

Les premières études de Ranvier sont souvent considérées comme une synthèse entre l'histologie et la physiologie, qui toutes deux se concentrent sur la définition des fonctions des organes¹⁷. Cependant, les conceptions sur la fonction de Bernard et de Ranvier différaient quant au rôle de la généralisation des observations anatomiques utilisée en tant que norme dans la définition des fonctions des tissus.

Georges Canguilhem a fait l'analyse de certaines des raisons pour lesquelles Bernard acceptait la théorie cellulaire. Il a souligné comment cette théorie justifiait la physiologie expérimentale en garantissant à Bernard une nouvelle organisation des organismes vivants, tout en échappant à la fois au matérialisme et au vitalisme¹⁸. La conception de Bernard définissait les parties de l'organisme comme des unités indépendantes entre elles et par leurs relations à l'organisme, la fonction des organes étant localisée dans les éléments histologiques¹⁹. Pour Bernard, la fonction pouvait être révélée par la physiologie expérimentale, tandis que l'histologie n'était concernée que par la localisation des fonctions. Bernard critiquait le principe de déduction anatomique des fonctions, pensant que des cellules d'apparence similaire pouvaient avoir des fonctions radicalement différentes. Inversement, il pensait que des cellules de morphologies et de tailles très différentes pouvaient avoir des fonctions similaires, selon une conception partagée par Ranvier dans son travail sur les petits et grands neurones de la moelle épinière²⁰.

Néanmoins, Ranvier développa une vue radicale et en apparence opposée qui se basait sur la possibilité d'assigner des fonctions à des types cellulaires particuliers selon des critères histologiques. Pour Bernard, de tels critères devaient être établis par la physiologie, car l'anatomie seule ne pouvait déterminer directement les fonctions. Cependant, Ranvier établit que les fonctions pouvaient être proposées et testées sur le vivant par l'histologie expérimentale.

Ranvier étendit cette conception aux tissus ainsi qu'aux éléments cellulaires²¹. Il pensait que l'histologie expérimentale était un moyen d'étude de physiologie cellulaire. Les études de Ranvier sur les nerfs montraient qu'il était capable de suivre cette voie de recherche de telle façon que

17. Jolly, 1922; Jolly, 1932; Appel, 1978.

18. Canguilhem, 1994.

19. Bernard, 1947, p. 135.

20. Ranvier, 1875a, p. 1061.

21. Ranvier, 1872a, p. 129-149, p. 427-446, p. 443.

Ranvier fut donc une figure française typique de son temps, dans la ligne directe de Magendie et de Bernard, c'est-à-dire davantage concerné par la réfutation des anciennes théories et idées, et par la construction de l'histologie comme une nouvelle discipline établie sur des faits solides, hors de doute, issus d'une approche expérimentale rigoureuse. Son œuvre visait essentiellement, à partir d'études nettes, originales et irréprochables, l'instauration d'une méthode et d'une nouvelle discipline, l'anatomie générale microscopique d'esprit physiologique qui annonçait l'histophysiologie, la cytologie et la physiologie cellulaire du tournant du xx^e siècle.

Références

- APPEL T.A., « Louis Ranvier », in C.C. Gillispie (éd.), *Dictionary of Scientific Biography*, New York, Scribner's Sons, 1978.
- BARBARA J.-G., « Les étranglements annulaires de Louis Ranvier (1871) », *Lettre des Neurosciences*, 28, 2004, p. 3-4.
- « Louis Antoine Ranvier (1835-1922) », *Journal of Neurology*, 253, 2005, p. 399-400.
- « 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, 2007, p. 413-431.
- « Relations Médecine – Sciences dans l'individualisation des maladies à la Salpêtrière à la fin du xix^e siècle », *Revue d'Histoire des Sciences*, 63, 2010, p. 369-407.
- BÉCLARD P.-A., *Éléments d'anatomie générale ou description de tous les genres d'organes qui composent le corps humain*, Paris, Béchet jeune, 1827.
- BERNARD C., *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, Paris, Baillière, 1858, t. 1.
- *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme*, Paris, Baillière, 1859.
- *Leçons sur les propriétés des tissus vivants*, cours de médecine du Collège de France, Paris, 1866.
- « De la physiologie générale », in *La science expérimentale*, Paris, Baillière, 1872.
- *Principes de médecine expérimentale*, Paris, PUF, 1947.
- BICHAT X., *Traité des membranes*, Paris, Richard, Caillé et Ravier, 1799.
- *Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*, Paris, Brosson, Gabon, 1801.

- BOUCHE A., « Histoire de l'anatomie à Lyon », in L. Ollier (éd.), *Conférences d'histoire de la médecine, cycle 1981-1982*, Lyon, Fondation Mérieux, 1982.
- CANGUILHEM G., *La connaissance de la vie*, Paris, Hachette, 1952.
- *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1994.
- « Claude Bernard et Bichat », in *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1994.
- CAULLERY M., « Les sciences biologiques dans la France contemporaine », in *La France et la civilisation contemporaine*, Paris, Flammarion, coll. « Bibliothèque de philosophie scientifique », 1941.
- CLARK B.A., MONSIVAIS P., BRANCO T., LONDON M. et HAUSSER M., « The Site of Action Potential Initiation in Cerebellar Purkinje Neurons », *Nature Neuroscience*, 8, 2005, p. 137-139.
- CORNIL V. et RANVIER L., *Manuel d'histologie pathologique*, Paris, Baillière, 1869, 1873, 1876.
- *A Manual of Pathological Histology*, trad. avec des notes d'E.O. Shakespeare et J. Henry, Philadelphia, Henry Lea, 1880.
- *Manual of Pathological Histology*, trad. d'A.M. Hart, Londres, Smith, Elder & Co, 1882.
- DEFELIPE J. et JONES E.G., *Cajal's Degeneration and Regeneration of the Nervous System*, Oxford, Oxford University Press, 1991.
- DEITERS O.F.K., *Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugetiere*, Braunschweig, Vieweg, 1865.
- DUVAL M., *Précis d'histologie*, Paris, Masson, 1900.
- FERNANDEZ N. et BREATHNACH C.S., « Luis Simarro Lacabra [1851-1921], from Golgi to Cajal through Simarro, via Ranvier? », *Journal of the History of the Neurosciences*, 10, 2001, p. 19-26.
- FLOURENS P., *De la vie et de l'intelligence*, Paris, Garnier frères, 1858.
- FOUCAULT L. et DONNÉ A., *Cours de microscopie complémentaire des études médicales. Anatomie microscopique et physiologie des fluides de l'économie*, Paris, Baillière, 1844-1845.
- FREY H., *Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen*, Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1859.
- *Traité d'histologie et d'histochemie*, traduit à partir de la troisième édition allemande par P. Spillmann, avec des notes et un appendice de L. Ranvier, Paris, Savy, 1871.
- ISHIBASHI T., IKENAKA K., SHIMIZU T., KAGAWA T. et BABA H., « Initiation of Sodium Channel Clustering at the Node of Ranvier in the Mouse Optic Nerve », *Neurochemical Research*, 28, 2003, p. 117-125.
- JOLLY J., « Notice sur la vie et les travaux de Louis Malassez », *Comptes Rendus de la Société de Biologie*, 68, 1910, p. 1-18.

- « Louis Ranvier (1835-1922). Notice biographique », *Archives d'Anatomie microscopique*, 19, 1922, p. 1-72.
- « Ranvier et la méthode expérimentale », in A. Lefranc (éd.), *Le Collège de France, 1530-1930, livre jubilaire composé à l'occasion de son quatrième centenaire*, Paris, PUF, 1932.
- KÖLLIKER A., *Éléments d'histologie humaine*, trad. MM. J. Béclard et M. Sée, Paris, Masson, 1856.
- LA BERGE A., « Medical Microscopy in Paris, 1830-1855 », in A. La Berge et M. Feingold (éd.), *French Medical Culture in the XIXth Century*, Amsterdam, Rodopi, 1994.
- « Debate as Scientific Practice in Nineteenth-Century Paris, The Controversy over the Microscope », *Perspectives on Science, Historical, Philosophical, Social*, 12, 2004, p. 424-453.
- LAGUESSE E., « Revue annuelle d'anatomie générale », *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 13, 1902, p. 1088-1099.
- LANDOUZY T.-J., « Lymphadénie cutanée. Mycosis fongicoïde », *Comptes Rendus de la Société de Biologie*, 23, 1871, p. 184-185.
- MICHAUT P., *Pour devenir médecin*, Paris, Reinwald et Schleicher, 1899.
- MICHEL P., « Du microscope et de ses applications à l'anatomie pathologique, au diagnostic et au traitement des maladies », *Mémoires de l'Académie de médecine*, 21, 1856, p. 241-442.
- PALLUJAUULT F., *Medical Students in England and France, 1815-1858. A Comparative Study*, Oxford, D. Phil, 2003.
- PAPILLON F., « L'anatomie générale et les travaux de M. Charles Robin », *Revue des deux mondes*, 88, 1829, p. 330-361.
- RAMÓN Y CAJAL S., *Estudios sobre la Degeneración y Regeneración del Sistema Nervioso. Vol. 1. Degeneración y Regeneración de los Nerviosos. Vol. 2. Degeneración y Regeneración de los Centros Nerviosos*, Madrid, Moya, 1913; trad. anglaise par May, Oxford, Oxford University Press, 1928 : *Degeneration and Regeneration of the Nervous System*, nouvelle édition, *Cajal's Degeneration and Regeneration of the Nervous System*, éd. J. DeFelipe et E.G. Jones, Oxford, Oxford University Press, 1991.
- *Recuerdos de mi vida, historia de mi labor científica*, Madrid, Moya, 1917; trad. anglaise par Craigie et Cano, *Recollections of My Life*, American Philosophical Society Memoirs, VIII, Philadelphia, University of Philadelphia, 1937; nouvelle édition Cambridge (Mass), MIT Press, 1989.
- RANVIER L., « De quelques modes de préparation du tissu osseux », *Journal de Physiologie de l'Homme et des Animaux*, 6, 1863, p. 549-553.
- *Considérations sur le développement du tissu osseux et sur les lésions élémentaires des cartilages et des os*, thèse inaugurale, Paris, 1865.

- « Des cellules et des noyaux tubulaires des tendons », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 68, 1869a, p. 274-276.
- « Des éléments cellulaires des tendons et du tissu conjonctif lâche », *Archives de Physiologie*, 2, 1869b, p. 471-487.
- « Des cellules du tissu conjonctif », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 68, 1869c, p. 1478-1479.
- « On the Cellular Elements of Tendons and of Loose Connective Tissue », *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 10, 1870, p. 367-380.
- « Contributions à l'histologie et à la physiologie des nerfs périphériques », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 73, 1871a, p. 1168-1171.
- « Séance du 11 novembre », *Comptes Rendus de la Société de Biologie*, 23, 1871b, p. 130-134.
- « Des lésions du tissu conjonctif lâche (tissu cellulaire) dans l'œdème », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 73, 1871c, p. 124-126.
- « Recherches sur l'histologie et la physiologie des nerfs », *Archives de Physiologie Normale et Pathologique*, 4, 1872a, p. 129-149, p. 427-446.
- « De la dégénérescence des nerfs après leur section », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 75, 1872b, p. 1831-1835.
- « Des étranglements et des segments interannulaires chez les Raies et les Torpilles », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 75, 1872c, p. 1129-1132.
- « Sur les éléments conjonctifs de la moelle épinière », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 77, 1873, p. 1299-1302.
- *Traité technique d'histologie*, Paris, Savy, 1875a.
- « Sur les terminaisons dans les lames électriques de la Torpille », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 81, 1875b, p. 1276-1278.
- « Des tubes nerveux en T et de leurs relations avec les cellules ganglionnaires », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 81, 1875c, p. 1274-1276.
- « De la terminaison des nerfs dans les corpuscules du tact », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 85, 1877, p. 1020-1023.
- « De la méthode de l'or et de la terminaison des nerfs dans le muscle lisse », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 86, 1878a, p. 1142-1144.
- *Leçons sur l'histologie du système nerveux*, Paris, Savy, 1878b.
- « Recherches expérimentales sur la signification physiologique du plexus nerveux terminal de la cornée », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 88, 1879, p. 1087-1089.
- « Nouvelles recherches sur les organes du tact », *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, 91, 1880a, p. 1087-1089.

IV

L'essor de la neuropathologie au service de la clinique à la Salpêtrière (1862-1923)

OLIVIER WALUSINSKI ET JACQUES POIRIER

*Le scepticisme banal, qu'on oppose si volontiers à tous les progrès
de l'esprit humain, est un oreiller commode aux têtes paresseuses ;
mais à l'époque où nous vivons, il n'est plus temps de s'endormir.*

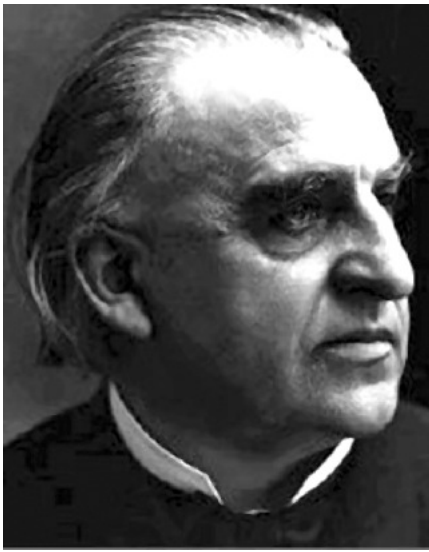
Jean-Martin Charcot, 1874.

Les bornes chronologiques que nous nous sommes fixées pour notre étude correspondent à l'arrivée de Jean-Martin Charcot (1825-1893) (fig. 1) et d'Alfred Vulpian (1825-1887) à la Salpêtrière (1862) et à la succession de Pierre Marie (1853-1940) par son élève Georges Guillain (1876-1961) à la tête de la chaire de clinique des maladies du système nerveux de la Salpêtrière (1923). Par ailleurs, laissant de côté le sens large – celui de neurologie – que lui donnait Charcot, nous prendrons le vocable de neuropathologie dans son sens contemporain, c'est-à-dire celui d'anatomie pathologique du système nerveux¹.

I. LES LIENS ÉTROITS ENTRE ANATOMIE PATHOLOGIQUE ET NEUROLOGIE

Vers 1850, il n'existe aucun enseignement officiel de l'histologie en France. Alfred Donné (1801-1878) et Charles Robin (1821-1885) sont les pionniers d'un enseignement officieux qui attire, entre autres, Victor Cornil (1837-1908) et Louis Ranvier (1835-1922). En 1865, Cornil et Ranvier s'associent pour créer un petit laboratoire privé d'histologie, 2 rue Christine à Paris. Charles Bouchard (1867-1915), Alix Joffroy (1844-1908), Albert Gombault (1844-1904), Georges Debove (1845-1920),

1. Corvisier-Visy, 1996.



1. Jean-Martin Charcot
(1825-1893).

tous internes de Charcot, suivent cet enseignement et participent à différentes éditions du célèbre *Manuel d'histologie pathologique* de Cornil et Ranvier dont plusieurs éditions parurent de 1869 à 1912².

La chaire d'histologie de la faculté de médecine de Paris, créée en 1862 pour Charles Robin, reste à l'écart de la sphère neuropathologique, dont elle se rapproche seulement lorsque Mathias Duval (1844-1907), un proche de Charcot, succède à Robin en 1886.

Charcot définissait ainsi, en 1874, la place de l'anatomo-pathologie :

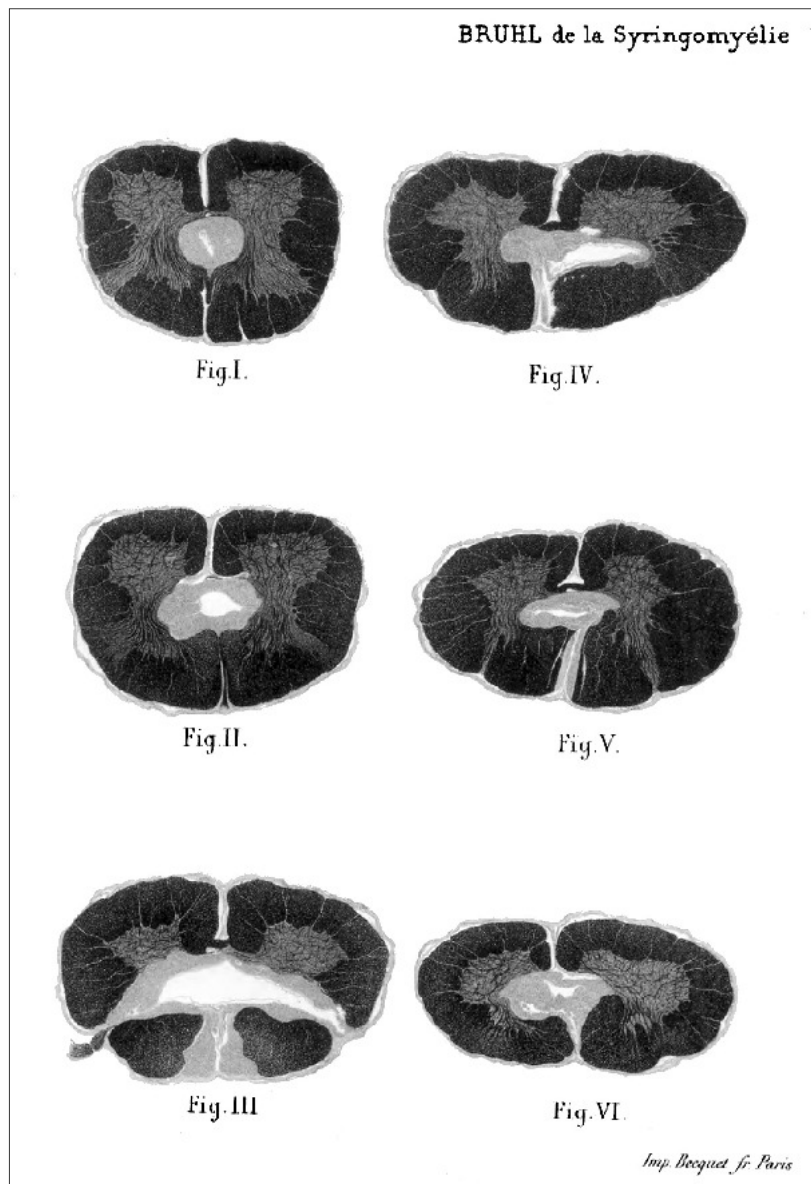
« elle a aussi pour objet une sorte de physiologie pathologique intime qui suit pour ainsi dire pas à pas, dans chaque partie élémentaire, les diverses phases du processus morbide, s'efforçant de saisir jusqu'aux moindres transitions qui relient l'état pathologique à l'état normal. »

Tout au long du XIX^e siècle et des premières décennies du XX^e siècle, l'anatomie pathologique parisienne, dans le contexte du début de son institutionnalisation, tisse des liens étroits avec la neurologie et ceci, en trois lieux.

II. LA CHAIRE D'ANATOMIE PATHOLOGIQUE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

Pendant un siècle, les professeurs titulaires de la chaire d'anatomie pathologique de la faculté de médecine, qui se succèdent depuis sa création, sont d'éminents neurologues, Jean Cruveilhier (1791-1874) de 1835 à 1866, Alfred Vulpian de 1867 à 1872, Jean-Martin Charcot de 1872 à 1882, Victor Cornil de 1882 à 1907, Pierre Marie de 1908 à 1917, Gustave Roussy (1874-1948) de 1925 à 1937. La seule parenthèse non neurologique se situe entre Pierre Marie et Gustave Roussy, lorsque Maurice Letulle (1853-1929) occupe la chaire pendant sept ans de 1917 à 1924. Édouard Brissaud (1852-1909) en 1882-1883, puis Joseph Babinski (1857-1932) en 1883-1885 sont préparateurs de la chaire.

2. Cornil, 1869.



4. Planche illustrant la thèse d'Isidore Bruhl : « Fig. III : grande cavité avec membrane limitante, formée par du tissu gliomateux (Renflement cervical), Préparations par M. Dejerine ».

à l'identique de celle de Joffroy en 1873, *Contribution à l'étude de la pachyméningite cervicale hypertrophique*⁶², Papadato distingue clairement les différences sémiologiques séparant les infections méningées syphilitiques et tuberculeuses de la syringomyélie et renvoie à la thèse d'un des derniers internes de Charcot, en 1892, Henri Lamy

62. Papadato, 1912.

Jules Bernard Luys, de l'analyse factuelle à une vision systémique de l'axe cérébro-spinal

ANDRÉ PARENT

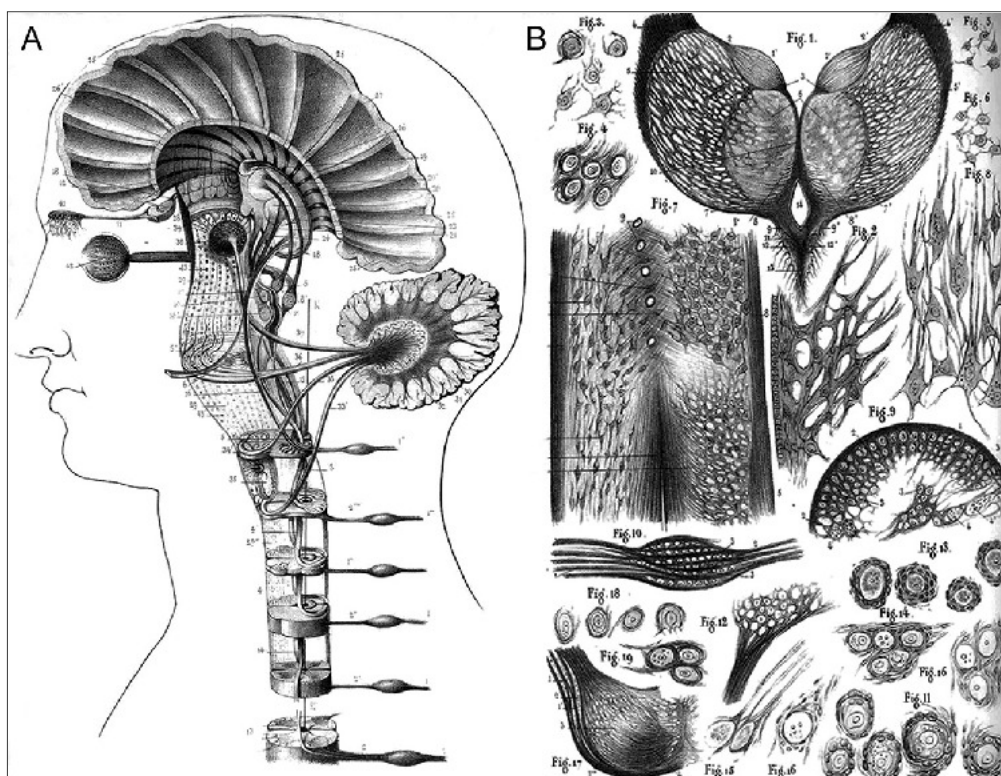


1. Portrait de Jules Bernard
Luys vers 1888*.

Jules Bernard Luys (1828-1897) œuvra pendant plus d'un quart de siècle comme anatomo-pathologiste, aliéniste et neurobiologiste à l'hôpital de la Salpêtrière, alors entièrement dominée par le célèbre neurologue Jean-Martin Charcot (1825-1893). Les efforts consentis par Charcot à l'étude des maladies du système nerveux conduisirent à la création de la prestigieuse École de la Salpêtrière, qui exerça une influence décisive et durable sur le monde de la neurologie en France et ailleurs. Sous sa gouverne, l'humble Hospice pour la vieillesse – Femmes

s'est progressivement métamorphosé en une illustre institution de recherche et de clinique dédiée à la neurologie. Au sommet de sa carrière, l'emprise de Charcot sur la Salpêtrière était telle qu'il n'y avait

* Cette photographie a été aimablement communiquée à Madame Béatrice Auvray par Isabelle Luys-Jonnart (1901-1986), petite-fille de Jules Bernard Luys. La signature de Luys, prise à partir d'une dédicace apparaissant sur l'un de ses ouvrages à la bibliothèque Charcot de la Salpêtrière, a été appliquée électroniquement sur la photographie originale. Le psychiatre et historien de la psychiatrie française, René Semelaigne (1855-1934), qui avait été interne de Luys à l'hôpital de la Charité, le décrit de la façon suivante : « Affable et cordial dans les relations journalières, il était grand, portant beau, toujours élégamment vêtu, les cheveux et les favoris soigneusement peignés. » (Semelaigne, 1932.)



3. Reproduction des planches II (A) et XVII (B) de l'atlas accompagnant les *Recherches sur le système nerveux cérébro-spinal* (Luys, 1865). Le schéma en A présente une vue d'ensemble relativement dégagée qui montre le rapport des fibres convergentes inférieures et supérieures entre elles et avec les fibres efférentes du cervelet. Le schéma en B est une figure composite très dense qui illustre de nombreux détails de la structure des couches optiques (tiers supérieur), de la moelle épinière (tiers moyen) et des ganglions spinaux (tiers inférieur).

qu'il publie en 1865, à l'âge de 36 ans, son œuvre princeps qu'il intitule *Recherches sur le système nerveux cérébro-spinal, sa structure, ses fonctions et ses maladies*²⁰. Il s'agit d'un traité de 660 pages accompagné d'un très bel atlas de 80 pages, qui contient 40 planches décrivant, avec moult détails, différents aspects de l'anatomie du système nerveux central. Ces planches, toutes originales et dessinées par l'auteur d'après des pièces préparées par lui-même (fig. 3), forment un ensemble parfaitement cohérent. Jean-Baptiste Lévillé, l'un des plus grands dessinateurs du livre médical au XIX^e siècle, fut chargé de transformer les merveilleux dessins de Luys en lithographies d'une qualité remarquable. L'atlas fut produit par Lemercier & C^{ie}, l'une de plus grandes imprimeries de Paris, et distribué par la célèbre maison d'édition académique dirigée par Jean-Baptiste

20. Luys, 1865.

VI

Albert Gombault, l'histologiste de Charcot

De la théorie du réseau de Gerlach au neurone de Waldeyer

FRANÇOIS CLARAC



1. Photographie d'Albert Gombault (1844-1904) parue dans le *Progrès médical* accompagnée d'une notice nécrologique écrite par J. Noir.

Assistant et préparateur de Jean-Martin Charcot (1825-1893) à la Salpêtrière, Albert Gombault qui travaillait dans l'ombre du « patron », est resté un homme humble et discret. Nous avons déjà évoqué sa mémoire¹ mais nous voudrions aujourd'hui insister sur ses travaux en anatomie et en histologie. Ses analyses sur les dégénérescences nerveuses sont toujours mentionnées dans les ouvrages spécialisés.

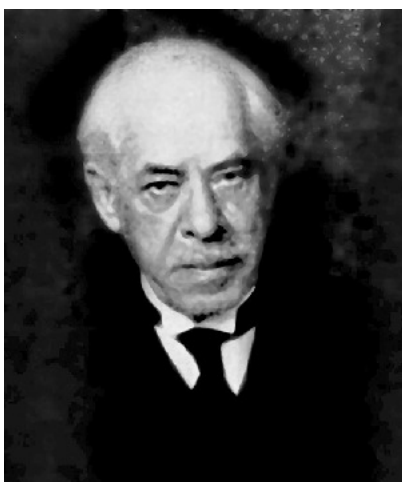
Albert Gombault qui fit ses études à la faculté de médecine de Paris, est externe en 1866 et reçu 27^e à l'Internat en 1869. Il sera dès 1872 interne dans le service du P^r Charcot qui va découvrir très vite ses grandes qualités d'expérimentateur. Nommé médecin des hôpitaux de Paris en 1882, Gombault devient le 1^{er} janvier 1887 chef de service à l'hospice des Incurables d'Ivry (aujourd'hui hôpital Charles Foix-Jean Rostand) où il sera responsable des travaux pratiques du laboratoire d'anatomie pathologique du P^r Victor Cornil (1837-1908). Il y travaillera jusqu'à sa mort (fig. 1). En fondant à partir de 1887 un cours privé d'histologie pathologique, il eut une très grande influence sur la plupart des internes de l'époque.

1. Clarac, Lechevallier, 2006; Clarac, 2010.

II

Georges Marinesco neurologue, neurohistologiste et neuropathologiste

JACQUES POIRIER ET MARTIN CATALA



1. Georges Marinesco
(*Volume jubilaire en l'honneur
du professeur G. Marinesco,
Travaux originaux de ses
collègues, amis, élèves, 1933*).

Célèbre médecin roumain, fondateur de la neurologie dans ce pays, Georges Marinesco¹ est né à Bucarest le 23 février 1863 et y est mort le 15 mai 1938. Il effectue sa formation en France, auprès des plus grands maîtres, notamment Pierre Marie (1853-1940), Fulgence Raymond (1844-1910), Joseph Babinski (1857-1932). Mais, avant tout, il est élève de Jean-Martin Charcot (1825-1893).

Georges Marinesco fait ses études de médecine à l'école de médecine de l'hôpital Brancovan (Brâncoveanu) à Bucarest. Il devient préparateur de Victor Babès (1854-1926) à l'Institut de bactériologie et il est diplômé en 1889. Victor Babès lui obtient une bourse du gouvernement qui lui permet un séjour de neuf ans à Paris pour étudier la neurologie. Il arrive à la clinique des maladies du système nerveux de la Salpêtrière dont le titulaire est le P^r Jean-Martin Charcot. Toute sa vie, il reste fidèle à la mémoire de Charcot, dont il ne cesse de se revendiquer comme un élève et de montrer l'admiration qu'il lui porte. Il est particulièrement notable que Marinesco soit choisi pour parler au nom des vingt-trois délégations venues représenter les anciens élèves de ce maître lors des festivités célébrant le centième anniversaire de sa naissance.

1. Gheorge Marinescu en roumain. Catala, Poirier, 2012.

Il en sera remercié par Jean-Baptiste Charcot, fils de Jean-Martin Charcot, qui lui adresse ces mots : « Vous êtes l'élève reconnaissant et ému du père, l'ami exquis du fils. » Ses séjours ultérieurs chez le pathologiste Carl Weigert (1845-1904) à Francfort, puis chez le physiologiste Émile du Bois-Reymond (1818-1896) à Berlin le marquent beaucoup moins.

Envoyé en 1896 par *La Semaine médicale* pour faire un compte rendu de la neurologie à l'étranger², il rencontre à cette occasion les plus grands savants illustres dans ce domaine³. Après toutes ces rencontres, Marinesco conclut : « Eh bien ! Aucun de ces éminents savants n'a exercé une influence si considérable que Charcot, sur mon esprit et sur mes recherches⁴. » Lors de la célébration du centenaire de Charcot et du XXV^e anniversaire de la Société de neurologie de Paris, Marinesco ne ménage pas ses marques de reconnaissance et de vénération et insiste sur la filiation directe entre la neurologie roumaine qu'il crée et la neurologie française qui lui a tout appris⁵. Tout au long de sa carrière, il maintient le contact avec ses collègues parisiens et notamment avec les élèves de Charcot avec qui il a noué des relations amicales lors de son séjour à la Salpêtrière. À quelques rares exceptions près, ses articles sont rédigés en français et publiés dans des revues françaises. Cette francophilie de Marinesco est illustrée par son attitude pendant la Première Guerre mondiale. Après la victoire de l'Argesh qui conduit à l'occupation de Bucarest par les forces des Empires centraux, le gouvernement roumain se réfugie à Jassy⁶. Georges Marinesco suit ce repli mais quitte cette région pour retrouver la France après un éprouvant périple à travers la Russie, la Finlande, la Scandinavie et enfin l'Angleterre. Il passe la fin de la guerre

2. Marinesco *et al.*, 1984.

3. En Angleterre : John Hughlings Jackson (1835-1911), William Richard Gowers (1845-1915), David Ferrier (1843-1928), William Henry Broadbent (1835-1907), Victor Horsley (1857-1916), Henry Head (1861-1940). En Allemagne : Wilhelm Erb (1840-1921), Eduard Hitzig (1838-1907), Karl Wernicke (1848-1905), Rudolph Albert Kölliker (1817-1905), Hermann Oppenheim (1858-1919), Wilhelm Waldeyer-Hartz (1834-1921). En Italie : Cesare Lombroso (1835-1909), Camillo Golgi (1844-1926), Giovanni Mingazzini (1859-1929). En Espagne : Santiago Ramón y Cajal (1852-1934). En Russie : Wladimir Bechterew (1857-1927), Alexis Kojewnikow (1836-1902), Sergei Korsakow (1856-1900), Alexander Stanislavovich Dogiel (1852-1922). En Suisse : Constantin von Monakow (1853-1930), Auguste Forel (1848-1931). En Suède : Gustaf Retzius (1842-1919), Alarik Frithiof Ilolmgren (1831-1897). En Belgique : Arthur Van Gehuchten (1861-1914).

4. Marinesco, 1925a.

5. Marinesco, 1925b.

6. Actuellement Iasi.

dans la région parisienne chez Henri Meige (1866-1940) et travaille à la Salpêtrière auprès de Pierre Marie.

L'œuvre de Marinesco est considérable, quantitativement et qualitativement. Sa prolixité est étonnante, couvrant tous les domaines de la neurologie, de la neuro-histologie et de la neuropathologie, « plus de 1 500 travaux scientifiques pendant 49 années de labeur⁷ ». Nombre de ses articles sont écrits en collaboration, d'abord avec des collègues et/ou amis de la Salpêtrière, comme Paul-Oscar Blocq (1860-1896) ou Achille Souques (1860-1944), puis, après son retour en Roumanie, avec ses élèves. Il est difficile de discerner dans son œuvre un ou des axes directeurs forts, car tout ce qui touche au système nerveux normal ou pathologique est abordé. C'est pourquoi il ne saurait être question ici de passer en revue de manière exhaustive tous les sujets qu'il a pu aborder. Passant sous silence de très nombreuses publications, nous n'avons retenu que les travaux les plus significatifs, en privilégiant les domaines histologiques, embryologiques et neuropathologiques.

I. MARINESCO, NEUROLOGUE

À son retour à Bucarest, en 1897, Marinesco obtient la direction d'un service hospitalier de neurologie à l'hôpital Pantelimon puis à l'hôpital Colentina et, peu après, il devient le premier professeur titulaire de la chaire de neurologie créée pour lui à la faculté de Bucarest. Il assume ces fonctions pendant quarante et un ans. Marinesco est reconnu, à juste titre, comme le fondateur de la neurologie roumaine.

Clinicien et chercheur, Marinesco est également un enseignant de grand talent. Il a de nombreux élèves, dont plusieurs deviennent professeurs de neurologie. Mentionnons Constantin Ion Parhon (1874-1969), fondateur de l'école roumaine d'endocrinologie, premier président du Présidium de la nouvelle République populaire de Roumanie de 1948 à 1952, Kurt Goldstein (1878-1965), Jon Minca (1878-?), Nicolae Ionesco-Sisesti (1880-1954), successeur de Marinesco à la chaire de neurologie de Bucarest, Anghel Radovici (1887-1957), Strate Draganesco (1891-1964), Oscar Sager (1894-1981), titulaire de la chaire de neurologie de Timisoara, puis successeur de Ionesco-Sisesti dans celle de Bucarest, Arthur Kreindler (1900-1988), professeur de neurologie à l'Institut pour le perfectionnement et la spécialisation des médecins, D. Grigoresco (?-?)

7. Marinesco *et al.*, 1984.

III

Georges Marinesco et la théorie du neurone, les Balkans et le microscope

ALEXANDRU MARINESCU ET MATEI MARINESCU



1. Georges Marinesco,
étudiant en 1887.

Georges Marinesco est l'une des plus importantes figures de la science médicale roumaine, avec Francisc Rainer (1874-1944)¹, Jean Cantacuzène (1863-1934)² et Victor Babès (1854-1926)³. Son ombre hante encore les couloirs sombres du service de neurologie de l'hôpital Colentina, avec ses salons à plusieurs lits et ses marches ébréchées.

La neurologie roumaine a été fondée par Marinesco et ses suiveurs qui ont tous fait appel à sa figure tutélaire dans l'enseignement

1. Francisc Rainer (1874-1944) est un médecin, anthropologue, professeur à l'université d'Iasi et de Bucarest, connu pour ses travaux d'anatomie fonctionnelle sur le système lymphatique et le cœur. Il a fondé l'école roumaine d'anthropologie. [NDÉ]

2. Jean Cantacuzène (1863-1934) est un médecin et biologiste roumain ; il a été l'assistant d'Élie Metchnikoff à l'Institut Pasteur de Paris de 1896 à 1901, puis professeur titulaire de la chaire de pathologie expérimentale à la faculté de médecine de Bucarest de 1902 à 1934. Il a dirigé les services sanitaires de Roumanie, puis il a fondé et dirigé l'Institut de sérums et vaccins Jean Cantacuzène. Il a été ministre de la Santé publique et du Travail de Roumanie, de 1931 à 1932. [NDÉ]

3. Victor Babes (1854-1926) est un médecin microbiologiste roumain, il a travaillé à l'Institut Pasteur puis avec Victor André Cornil. Il a été l'un des fondateurs de la bactériologie par ses travaux sur certaines pathologies infectieuses comme la rage, la lèpre, la diphtérie et la tuberculose. Il a découvert en 1885 le parasite sporozoaire de la tique. Il est l'auteur avec Cornil du premier traité de bactériologie (1885). Il a démontré la présence d'un bacille dans l'urine de patients atteints de tuberculose. L'un des fondateurs de la sérothérapie, il a introduit le vaccin contre la rage en Roumanie. Professeur de pathologie et de bactériologie à l'université de médecine et pharmacie Carol Davila de Bucarest. [NDÉ]

de la neurologie. Le P^r Serbanescu, qui a enseigné la neurologie à l'un des auteurs de cet article, évoquait le sens du diagnostic, la quête des signes cliniques et, enfin, le lien indestructible entre la maladie dans la chambre du malade et la nécessité de visualiser la lésion par le biais de la neuropathologie. Mais le chemin de la connaissance a été bien tortueux pour Marinesco, des quartiers pauvres de Bucarest à Paris, dans la proximité de Charcot, puis à la consécration comme neuropathologiste et neurologue, comme auteur de *La cellule nerveuse*, ouvrage préfacé par Santiago Ramón y Cajal.

Marinesco est né le 28 février 1863 dans la « mahala », la périphérie pauvre de Bucarest de « Marin Procopiu, décédé et Maria, veuve » selon son certificat de naissance. Sa mère, qui vendait des ingrédients pour les gâteaux ecclésiastiques, se dévoua pour l'éducation de ses enfants, Ana et Gheorghe. Comme tous les enfants de milieu pauvre et qui sont doués pour les études, Gheorghe s'orienta, dans un premier temps, vers le séminaire, qu'il débuta en 1874. Entre-temps, en 1877, l'indépendance de la Roumanie change la donne politique après la victoire sur le pouvoir turc. Marinesco continua son séminaire, redoubla en 1878 à cause du « Latin, Grec et Musique d'Église » et commença à lire les articles de Victor Babès dans le journal *Contemporanul*⁴ qui présentent les notions du darwinisme faisant leur apparition et qui ébranlent les convictions du jeune séminariste.

En 1882, Marinesco finit le séminaire et il s'empresse de racheter ses années d'étude pour se libérer de l'obligation de prêtrise, même si cette démarche met à mal les finances du jeune homme et de sa mère. La même année, il s'inscrit à la faculté de médecine dont il suit l'enseignement l'après-midi, avec les cours de dissection du P^r Petrini-Galati, et à l'école des Ponts et Chaussées, où il suit les cours le matin. Marinesco dira plus tard que « la réflexion mathématique et biologique ne s'excluent pas, mais se complètent pour mieux analyser les organismes vivants ». Néanmoins, 1883 est l'année des choix pour Marinesco, et il est contraint d'abandonner les Ponts et Chaussées. Il devient externe des hôpitaux de Bucarest, avec des maîtres comme Constantin Istrati (1850-1918) en chimie, Iacob Felix (1832-1905) en hygiène et, enfin, Petrini-Galati en histologie. Il lit l'ouvrage intitulé *Les centres nerveux* de Boicescu, et *La cellule nerveuse* de Valentin (1831). Il devient, en 1886, préparateur en histologie et touche sa première paye.

4. *Le contemporain*.

« Quel soulagement pour quelqu'un dont l'existence était tellement précaire », dira-t-il plus tard.

Il devient alors interne de l'hôpital Brâncovenesc et son professeur C. Buicliu lui évoque le professeur parisien de la Salpêtrière, Jean-Martin Charcot, et ses célèbres « Leçons du mardi ». Sous l'impulsion de Buicliu, Marinesco publie son premier article, inspiré par des patients présentant des paralysies progressives des membres inférieurs. Il se demande « quelle est l'origine du phénomène qui peut aboutir à une telle altération des cellules nerveuses, des centres nerveux, dans lesquels s'entrecoupent d'innombrables fils qui conduisent vers le haut et vers le bas l'influx nerveux ».

Après le décès de ses patients, il prépare des lames et il retourne dans le laboratoire d'histologie en demandant s'il y a « une relation entre les symptômes de ces patients et les modifications de forme, de morphologie, et du contenu histologique des cellules nerveuses ». Il montre les lames à son professeur d'histologie et pose des questions à son professeur de médecine interne, Buicliu, comme par exemple celle d'une « origine infectieuse ». Celui-ci lui répond par la négative car, dit-il, « Charcot, le plus grand neurologue français, soutient que les centres nerveux sont tellement bien défendus, qu'aucun microbe ne peut les atteindre ».

Le numéro 4 du 21 février 1887 de la revue *Le Progrès médical roumain* publie le premier article de Marinesco intitulé « Notes sur quatre observations de myélite transverse lombaire, recueillis dans le service du Dr. C. Buicliu à l'hôpital Brâncovenesc ». Marinesco devient rapidement un collaborateur assidu de cette publication et il écrit un article sur « Le mutisme hystérique » avec l'aide d'un oto-rhino-laryngologiste, le D^r Marcel, pour prouver l'intégrité de la muqueuse laryngée et des cordes vocales. Il passe ensuite son internat et demande une affectation dans une « clinique des maladies nerveuses ».

En 1887, étaient revenus dans le pays Victor Babès, professeur d'anatomie pathologique et bactériologie à l'université de Budapest et Georges Assaky (1855-1899), chirurgien, anatomiste et gynécologue de renom, de retour de Paris. Assaky avait fait ses études à Montpellier de 1873 à 1875, et à Paris de 1875 à 1886, avant de soutenir son doctorat intitulé *De la suture des nerfs à distance* (1886). Ce travail fut distingué par le prix Amussat de l'Académie de médecine. Il fut ensuite nommé professeur agrégé d'anatomie à Lille (1886-1887), puis à Tours (1895-1896).

Marinesco se rapproche alors de Victor Babès qui lui explique la méthode expérimentale dans l'étude de la rage. En 1888, la sœur de Marinesco, Ana, s'éteint alors qu'elle est atteinte de tuberculose.

I

L'œuvre scientifique de Jean Nageotte

JACQUES TAXI



1. Jean Nageotte (1866-1948)

Jean, Nicolas, Denis, Eugène Nageotte est né à Dijon en 1866 et mort à Paris en 1948. Il entreprit ses études de médecine à Besançon pour les terminer à Paris où il devient interne des hôpitaux en 1889. Docteur en médecine en 1893, il fut d'abord chef de travaux anatomiques à la Clinique des maladies du système nerveux de la Salpêtrière, puis médecin-adjoint de l'hôpital de Bicêtre en 1898, dans le corps des Médecins aliénistes des hôpitaux de Paris, enfin répétiteur au laboratoire d'histologie de l'École pratique des hautes études du Collège de France (1903-1912). C'est

en 1912 qu'il accède à la fois aux fonctions de médecin de la Salpêtrière et de professeur au Collège de France, poste qu'il occupera jusqu'en 1937.

On peut distinguer dans l'œuvre de Nageotte trois périodes définies par l'orientation principale de ses recherches. Une période de recherche en neuropathologie, une autre en neurohistocytologie et neurocytologie, et enfin la période consacrée à la biophysique et la cristallographie.

Il fut d'abord l'élève du neuropathologiste Albert Gombault (1844-1904) et du P^r Fulgence Raymond (1844-1910), sous la direction desquels il fit sa thèse de médecine, intitulée *Tabes et paralysie générale* (1893), dans laquelle il établit que l'origine du tabès ne se situe pas dans les neurones médullaires, comme on l'admettait à l'époque, mais dans une lésion des cordons postérieurs. Il devait affiner cette notion par la suite en montrant que la lésion initiale se situe au niveau du « nerf radiculaire », que d'autres auteurs ont pérennisé comme « nerf radiculaire ».

de Nageotte¹ ». Cette découverte fut longtemps controversée avant de s'imposer définitivement; c'est pourquoi il continua à approfondir ce sujet sur lequel il fit plusieurs publications complémentaires.

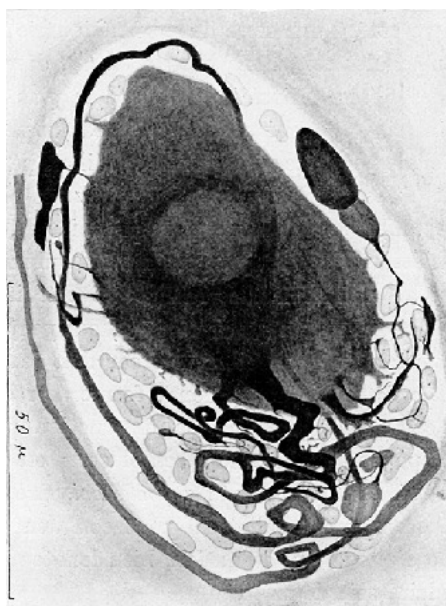
C'est au cours de cette période qu'il se lia avec le neurologue Joseph Babinski, de neuf ans son aîné, qu'il considéra toujours comme l'un de ses maîtres et avec lequel il décrivit en 1902 le syndrome de Babinski-Nageotte, conséquence d'une lésion bulbaire unilatérale d'origine syphilitique. On peut considérer que cette période neuropathologique se clôt avec la rédaction du chapitre « Centres nerveux inférieurs » de 319 pages, en collaboration avec le D^r A. Riche, du classique *Manuel d'histologie pathologique* de Cornil et Ranvier (1907).

Il lui est arrivé, à partir d'observations neuropathologiques, de passer à la neuroanatomie, en particulier pour une contribution à la structure du noyau gustatif chez l'homme (1906), dans laquelle il individualise le « noyau *fasciculi ovalis* de Nageotte ». C'est également à cette période que Nageotte a montré son ingéniosité technique en mettant au point un microtome pouvant couper des pièces de cerveau humain de grande taille et qu'il devait modifier en 1909 pour faire des coupes à congélation, ainsi qu'un type de platine chauffante pour l'histologie. Il a décrit une méthode de coloration de la myéline par l'hémalun de Mayer sur coupes à congélation, qui permettait d'éviter les inconvénients de la postchromisation de la méthode de Weigert. Enfin il a laissé son nom à la « cellule de Nageotte » pour le comptage des leucocytes du liquide céphalo-rachidien.

La première manifestation de son intérêt pour la neurohisto-cytologie normale est la parution d'un opuscule intitulé *La structure fine du système nerveux*², initialement destiné à la *Revue des Idées*, revue rationaliste, mais dont la parution avait été interrompue à ce moment-là. Il s'agit d'un exposé historique et critique des différents arguments qui s'affrontaient vigoureusement à l'époque sur la conception générale de la structure du système nerveux. Est-il formé de cellules indépendantes – les neurones – ou au contraire constitue-t-il un vaste réseau continu dont les neurofibrilles sont le constituant fondamental, les neurones n'étant que les centres trophiques de ce réseau? Manifestement impressionné par les travaux de Ramón y Cajal – qui allait recevoir le prix Nobel en 1906 –, il se rallie sans restriction à la théorie du neurone en s'opposant à la théorie réticulariste, tout en soulignant les difficultés

1. Les racines dorsales.

2. Nageotte, 1905.



2. Cellule d'un ganglion rachidien dans un cas de tabes ancien. Nombreux paraphytes naissant soit du corps cellulaire, soit du glomérule. Méthode de Cajal.

d'interprétation de certaines imprégnations argentiques des neurofibrilles observées aux plus forts grossissements.

Ses recherches sur le nerf radiculaire l'avaient amené à s'intéresser aux ganglions rachidiens, et c'est par un travail sur ces ganglions qu'il réalisa la transition entre la neuropathologie et l'histocytologie expérimentale. En effet, ayant observé certaines modifications des neurones de ces ganglions chez les malades du tabes (fig. 2), il retrouve des modifications analogues lorsqu'il greffe des ganglions de lapin dans le parenchyme de l'oreille (fig. 3). Cette réactivité aboutit à la formation de paraphytes de divers types³.

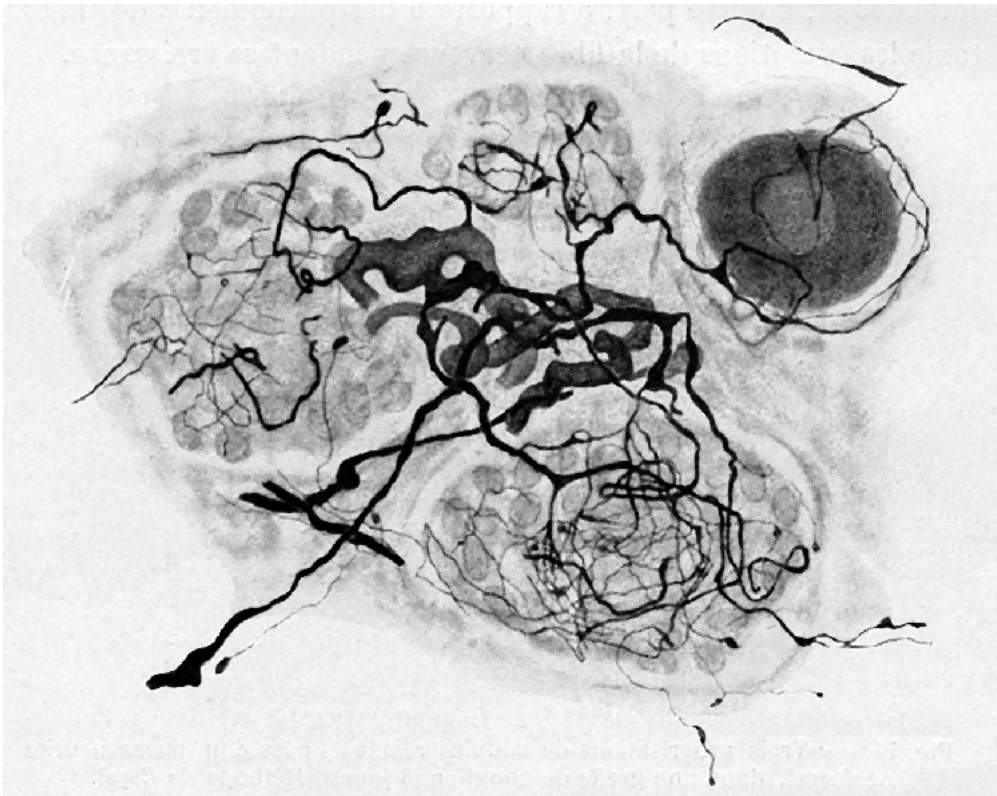
Il souligne l'attraction qu'exercent sur certains paraphytes les nodules résiduels formés par la prolifération de cellules satellites qui occupent la place des neurones dégénérés. Cette notion d'un tropisme trophique des axones pour la glie périphérique reviendra souvent dans ses travaux sur la régénération des nerfs.

Il va dès lors se consacrer à la recherche fondamentale, passant au travail histocytologique et à l'expérimentation biologique sur les tissus nerveux et conjonctif, alors même qu'il est nommé à la succession de Louis Ranvier au Collège de France, à la chaire d'anatomie générale devenant la chaire d'histologie comparée.

Ses travaux d'histocytologie sont exposés dans un livre volumineux au titre d'une modernité très actuelle : *L'organisation de la matière dans ses rapports avec la vie. Études d'anatomie générale et de morphologie expérimentale sur le tissu conjonctif et le nerf*⁴. Cet ouvrage est divisé en deux parties. Dans la première, il développe les conclusions générales auxquelles l'ont conduit presque trente années de travaux biologiques. L'idée directrice est de combattre le vitalisme et ce qu'il appelle

3. Il s'agit de prolongements neuronaux néoformés ne contactant pas d'autres neurones et ne jouant *a priori* aucun rôle dans la conduction nerveuse. [NDÉ]

4. Nageotte, 1922.

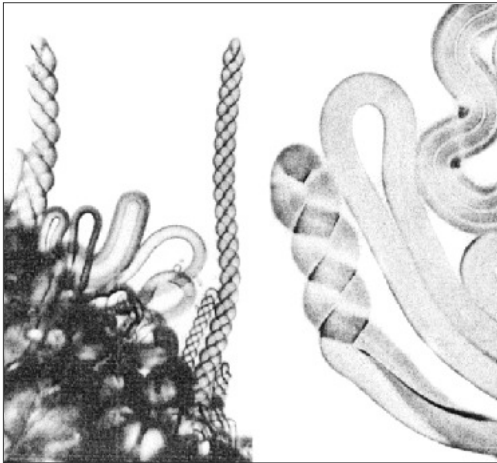


3. Greffe de ganglion rachidien chez le lapin de huit jours. Un glomérule hypertrophié donne naissance à plusieurs branches néoformées qui constituent trois arborisations de nodules résiduels. À droite, en haut, une des branches va former un peloton autour d'une cellule qui est sur le point de mourir.

« l'illusion finaliste », encore fort répandus à cette époque, en particulier dans le milieu médical. La seconde partie est consacrée à l'exposé plus détaillé de ses travaux, avec les précisions sur le matériel et les techniques.

Avant d'entrer dans plus de détails je voudrais souligner que Jean Nageotte, considéré à juste titre comme un neurohistologiste, a quand même consacré autant de temps à l'étude du tissu conjonctif, ce qui justifie le titre de sa chaire au Collège de France, et ce dont il a tiré un grand parti dans son travail sur la régénération des nerfs, qui associe étroitement les connaissances et les recherches sur le tissu nerveux et sur le tissu conjonctif.

Son introduction définit les caractéristiques de la vie. Excluant toute discussion philosophique et sans prétendre tout expliquer, pour lui le seul point de vue efficace est d'admettre que la vie ne résulte que de certaines propriétés spécifiques, liées à un niveau très complexe d'interactions moléculaires relevant uniquement de la physico-chimie, à l'exclusion de tout « fluide vital » plus ou moins explicitement admis



7. À gauche : préparation de lécithine pure. Tubes formant des anses, encadrés par des spirales formées par l'association de deux tubes. Au milieu : deux tubes emboîtés. À droite : préparation d'oléate de soude. Spirale simple d'un tube à cavité filiforme ; anse tubulaire ; deux tubes emboîtés.

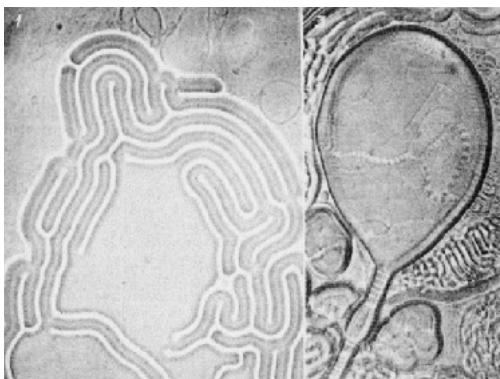
ancienne de son maître Gombault, montrant que, dans un cas de névrite due au saturnisme, certains segments de myéline compris entre deux incisures peuvent dégénérer et ensuite régénérer indépendamment de l'ensemble du segment interannulaire.

Nageotte développe l'interprétation moléculaire des structures myéliniques qui a été largement validée par la microscopie électronique.

Enfin, le dernier chapitre est consacré à l'étude des structures à surfaces hydrophobes, qui se forment dans la partie centrale des extraits de cerveau placés entre lame et lamelle, milieu très pauvre en eau. C'est pourquoi elles diffèrent totalement des tubes myéliniques qui se développent dans l'eau par l'arrangement de leurs molécules, et, en conséquence, par leur propriété d'adhérence au verre. De telles structures peuvent être obtenues également en utilisant comme solvant entourant l'extrait de cerveau non plus l'eau, mais un alcool un peu dilué¹⁸. Bien qu'elles soient pour le biologiste d'un intérêt moindre que les structures hydrophiles, Nageotte en a fait une étude aussi approfondie que celle des structures hydrophiles, dont je donnerai ici un aperçu simplifié. Il distingue trois types de structures : les stratifiées, les filaires et les radiées.

Le type des structures stratifiées est la structure en gradins, que l'on peut obtenir en plaçant l'extrait de cerveau dans l'alcool 70 % au lieu d'eau ; à la place des tubes myéliniques, il se forme en périphérie des gradins à surface plane. Chacun est formé d'un certain nombre de feuillets binaires stratifiés, dans lesquels les pôles hydrophobes sont orientés vers l'extérieur, donc à l'inverse de ce qui se passe en milieu aqueux.

18. Mais pas l'alcool pur dans lequel l'extrait de cerveau est entièrement soluble.



8. Extrait de cerveau. À gauche : plis labyrinthiformes dans une cavité formée par évolution tardive. À droite : poche à paroi comportant trois couches séparées visibles à droite, et à gauche, un bourgeon (non au point) formé à partir d'une des couches de la poche.

On y retrouve des plans de clivage au niveau des pôles hydrophiles, et des plans de glissement au niveau des pôles hydrophobes (CH_3). C'est par les plans de clivage que l'eau peut s'insinuer en cas de changement de solvant entraînant l'inversion de l'organisation moléculaire. Les structures en gradins croissent selon les deux directions de la surface des feuillettes.

Les structures filaires ou filamenteuses croissent de manière linéaire, les molécules étant orientées transversalement par rapport au filament. De telles structures apparaissent dans les parties profondes du disque central des extraits de cerveau, qui a la structure d'un gel fluide. Lors de l'imbibition, ce gel se fissure, et l'on voit apparaître ces filaments dans les fissures et le système se développe jusqu'à former un vaste réseau attaché au verre par la face latérale. Les filaments élémentaires peuvent former des faisceaux dont l'axe est constitué par les têtes hydrophiles. Ils peuvent aussi se disloquer par imbibition, de façon quasi explosive. Nageotte a pu observer directement ce phénomène, avec un enthousiasme manifeste.

Les structures radiées sont celles dont l'existence dérive de la propriété des molécules de se dresser perpendiculairement à la surface des liquides dans lesquels elles sont solubles. Dès qu'elles sont trop abondantes pour former un seul film monocouche, elles s'empilent en structures cristallines. Ce phénomène peut se produire à la surface de gradins, toujours autour d'accidents d'imbibition¹⁹ à partir desquels les molécules sont unies par leurs extrémités homologues; l'orientation est longitudinale, alors qu'elle est transversale dans les réseaux filamenteux. Les structures radiées peuvent se présenter de façons diverses, mais la parenté est manifeste entre formations radiées et filaments anisotropes à fibres parallèles, si bien que dans les gradins formés par l'extrait de cerveau au contact de l'alcool 80 %, la limite entre les deux peut être difficile à reconnaître.

19. Vacuoles de tailles variées, souvent très petites, ou courts trajets filiformes.

II

René Couteaux et l'étude de la synapse¹

SHIGERU TSUJI ET JEAN-GAËL BARBARA

[...] nous nous sommes efforcés de sortir le plus possible du cadre étroit des techniques traditionnelles et d'échapper à cette sorte de fascination que les procédés d'imprégnation métallique exercent depuis longtemps sur la plupart des histologistes qui étudient le système nerveux.

René Couteaux, thèse de doctorat².

René Couteaux (1909-1999) est un neurocytologiste français, né à Saint-Amand-les-Eaux (Nord), et célèbre pour ses travaux consacrés à la caractérisation des structures et ultrastructures des jonctions neuromusculaires. Médecin de formation³, Couteaux souhaite se former à la recherche fondamentale par une licence ès sciences et en se joignant au laboratoire d'Étienne Rabaud (1868-1956), puis à celui de Marcel Prenant (1893-1983) à la Sorbonne. Influencé par les travaux de Jean Nageotte, successeur de Louis Ranvier à la chaire d'histologie comparée du Collège de France, Couteaux s'engage dans l'histologie de la jonction neuromusculaire et définit les caractères de ce qu'il nommera « l'appareil sous-neural » qui portera son nom⁴. C'est pendant cette période (1937-1939) qu'il rencontre David Nachmansohn (1899-1983), biochimiste s'intéressant aux cholinestérasés des tissus nerveux, fuyant l'Allemagne nazie et accueilli par le biophysicien René Wurmser. Couteaux participera directement à certains des travaux

1. Ce texte est en partie issu d'une conférence de Shigeru Tsuji sur René Couteaux lors de la journée organisée par Jean-Gaël Barbara et Monique Rogard sur le thème de « L'école de neuroanatomie française de Louis Ranvier à René Couteaux », Paris, laboratoire REHSEIS, vendredi 9 février 2007. Transcription et compléments par Jean-Gaël Barbara.

2. Couteaux, 1947, p. 565.

3. Couteaux réalise ses études de médecine de 1928 à 1934.

4. L'appareil sous-neural de Couteaux.

de D. Nachmansohn et continuera cette collaboration après le départ de ce dernier pour les États-Unis en 1939⁵.

Selon Henry Dale (1936), l'acétylcholine émise par la terminaison nerveuse était responsable de la dépolarisation de la membrane de la fibre musculaire, ce qui impliquait l'existence d'un mécanisme de destruction très rapide de l'acétylcholine, sauf à voir la contraction remplacée par une tétanisation. Les premières recherches de Nachmansohn avaient conclu à une très faible concentration moyenne de cholinestérase dans le muscle. Ce fut le mérite de l'association Couteaux-Nachmansohn de montrer qu'en réalité la cholinestérase musculaire est presque totalement concentrée aux plaques motrices. C'est dans un petit laboratoire de cytologie installé rue Cuvier (Paris, V^e) que Couteaux améliore la technique du marquage histochimique des activités cholinestérasiques, afin d'établir des corrélations entre les données biochimiques de D. Nachmansohn et ses propres observations microscopiques. Il observe entre l'élément présynaptique et postsynaptique une couche fortement marquée dont l'étude nécessite la microscopie électronique encore peu développée en France.

Couteaux obtient son doctorat en médecine en 1941, puis son doctorat ès sciences en 1947. Il entre au CNRS, alors qu'il avait été boursier de la Caisse nationale des sciences en 1937 et qu'il devient chargé de recherche en 1946. Il rejoint la faculté en devenant chef de travaux en 1947, puis maître de conférences en 1948 pour le PCB⁶. En 1951, il devient professeur sans chaire, puis professeur titulaire à titre personnel en 1955 et enfin titulaire de la chaire de cytologie en 1962. Couteaux dirige son laboratoire rue Cuvier dans lequel il travaille avec Jacques Taxi. C'est en 1957 que sont érigés les premiers bâtiments le long du quai Saint-Bernard. Marcel Prenant, titulaire de la chaire d'anatomie et d'histologie comparées, s'y installe et dirige le laboratoire

5. Couteaux, 1998.

6. Le PCB est le nom du certificat de physique-chimie-biologie visant à donner à partir de 1934 une formation commune aux étudiants des facultés de médecine et de sciences. Il se substitue à l'ancien certificat de physique-chimie-sciences naturelles (PCN), créé en 1890, un certificat préparatoire associé aux études de médecine vite jugé insuffisant. Voir par exemple la réédition en 1958 du rapport de Joseph Renaut de 1906, « À propos de la réforme des études médicales », *Lyon médical*, 7, 1958, p. 243-254. Joseph Renaut y défend l'idée d'un concours d'entrée en médecine pour contrôler le niveau scientifique des futurs étudiants. L'enseignement pour le certificat PCB fut installé dans l'annexe de la rue Cuvier. Pierre Curie et Paul Janet furent chargés des cours de physique du certificat en 1900.



1. René Couteaux interviewé en 1967 dans le film *La dernière frontière*, Visa pour l'avenir, 20 février 1967, Office national de radiodiffusion télévision française (réalisateur : Jean Lallier; producteurs : Nicolas Skrotzky, Robert Clarke; commentateur : Robert Clarke; présentateur : Monique Toscello, vidéos INA <www.ina.fr>).

du troisième étage du bâtiment A dès 1958, dans lequel René Couteaux déménage son laboratoire. C'est au départ en retraite de M. Prenant, en novembre 1966, que la chaire d'anatomie et d'histologie comparées est divisée en deux, avec la chaire de cytologie qui revient à René Couteaux et la chaire d'anatomie comparée à Charles Devillers (1914-1999). Couteaux prend ensuite la direction du laboratoire de M. Prenant et laisse son laboratoire de la rue Cuvier à Jacques Taxi. À partir de 1966, René Couteaux devient responsable du DEA de cytologie et d'histologie. En 1967, il devient en plus directeur du laboratoire de microscopie électronique appliquée à la biologie du CNRS au 105 rue Raspail⁷.

Avec son élève Jacques Taxi, Couteaux se forme à cette nouvelle technique auprès de Wilhelm Bernard (1920-1978) à l'Institut du cancer de Villejuif. Couteaux et Taxi collaborent avec le laboratoire de microscopie électronique fondé par Pierre Favard et dépendant de l'Institut de P.-P. Grassé. Couteaux et J. Taxi sont dès ses débuts membres de la Société française de microscopie électronique fondée

7. Pierre-Paul Grassé, titulaire de la chaire d'évolution des êtres organisés, dirige son laboratoire d'évolution des êtres organisés au 115 boulevard Raspail, dans des locaux de la ville de Paris. C'est là que se constitue l'une des premières équipes de microscopie électronique dans laquelle René Couteaux et Jacques Taxi se joignent pour faire profiter à leurs recherches ce nouvel outil. À la retraite de P.-P. Grassé, le microscope électronique devient un laboratoire qui dépend aussi du CNRS, dirigé par R. Couteaux, en plus de son laboratoire du quai Saint-Bernard. C'est le centre de microscopie électronique appliqué à la biologie, un centre de développement de techniques de pointes avec la cryofracture et la cryosubstitution. Lorsque le bâtiment est réaffecté, le matériel de microscopie électronique est installé au quai Saint-Bernard, au quatrième étage du bâtiment A et donne naissance au centre interuniversitaire de microscopie électronique dirigé par Claude Bouchaud. D'après une interview de Jacques Taxi par Jean-Gaël Barbara.

en 1959 et dont Couteaux sera le président en 1967. La microscopie électronique permettra dans un premier temps à R. Couteaux de reproduire des observations sur la structure du muscle squelettique. Après un retour temporaire à des études d'histochimie enzymatique des monoamines oxydases en collaboration avec C. Bouchaud, Couteaux réalise, avec Monique Pécot-Dechavassine, d'importants travaux de microscopie électronique consacrés à la jonction neuromusculaire. Cette nouvelle thématique a bénéficié du séjour en 1962 de R. Couteaux chez Bernard Katz, prix Nobel de physiologie ou médecine 1970, célèbre neurophysiologiste de la jonction neuromusculaire, dans son Département de biophysique de l'University College à Londres.

En 1962, Couteaux a également pu créer dans la division Risler de l'hôpital de la Salpêtrière, une unité de microscopie électronique et de neurochimie, en collaboration avec Raymond Garcin, directeur de l'unité, et deux élèves de Couteaux, Maurice Israël et Michel Fardeau, interne de R. Garcin et formé à la neuropathologie par l'assistant de consultation, Jean Lapresle, au laboratoire de neuropathologie de la division Lassay. Couteaux fait transporter le matériel lourd de fractionnement cellulaire de son laboratoire du quai Saint-Bernard vers ce nouveau laboratoire⁸. C'est donc là, selon Michel Fardeau, qu'« une équipe de chercheurs issus du laboratoire de René Couteaux, regroupés autour de Maurice Israël et de Jean Gautron [travailla dans] le grenier d'une vieille division de l'hôpital de la Salpêtrière, la division Risler, dont l'escalier (en bois) abritait un grand aquarium d'eau de mer dans lequel s'ébattaient des poissons torpilles venus tout droit d'Arcachon⁹ ».

L'étude la plus souvent citée de Couteaux et M. Pécot-Dechavassine, publiée en 1971, démontre l'alignement des ultrastructures présynaptiques sur les replis postsynaptiques et utilise l'expression « zone active » pour dénommer la région présynaptique en interaction fonctionnelle avec le muscle. Malgré des antécédents dans la littérature allemande, la communauté anglo-américaine reconnaît Couteaux comme le fondateur de cette expression qui ne cesse d'être utilisée encore jusqu'à nous. Couteaux a décrit également le cycle d'endocytose et d'exocytose des vésicules synaptiques et a montré de probables figures d'exocytose sur ses clichés de microscopie électronique. Reprenant une observation de Bernard Katz de potentiels excitateurs géants, Couteaux donne

8. C'est là que Michel Fardeau installe son microscope électronique et que Maurice Israël réalise ses études sur la transmission cholinergique. Voir Barbara, 2006.

9. Fardeau, 2005, p. 285, n. 10 et interviews de M. Fardeau par J.-G. Barbara.

III

L'œuvre scientifique de René Couteaux *De la microscopie photonique à la microscopie électronique des synapses neuromusculaires*

JACQUES TAXI



1. René Couteaux
(1909-1999).

René Couteaux (1909-1999), professeur titulaire de la chaire de cytologie de la faculté des sciences de Paris, puis de l'université Paris VI-Pierre-et-Marie-Curie, a d'abord mené de front ses études en faculté de médecine¹ et une licence de sciences naturelles en faculté des sciences, avec la ferme intention de consacrer sa vie professionnelle à la recherche en biologie².

Dès 1933, il entra au laboratoire de biologie expérimentale de la Sorbonne³ et se polarisa rapidement sur l'étude histocytologique des relations entre les tissus musculaire

1. À cette époque, la neuromorphologie n'était enseignée que dans les facultés de médecine.

2. René Couteaux a quitté l'enseignement secondaire en 1927. Il a fait une année d'hypokhâgne au lycée Louis-le-Grand pour parfaire sa culture générale avant d'entamer son projet d'études de médecine et de sciences en vue de faire de la recherche (d'après la conférence de J. Taxi lors de la journée organisée par Jean-Gaël Barbara et Monique Rogard sur le thème de « L'école de neuroanatomie française de Louis Ranvier à René Couteaux », Paris, laboratoire REHSEIS, vendredi 9 février 2007 ; transcription et compléments par Jean-Gaël Barbara). En 1928, Couteaux entreprit conjointement des études de médecine et une licence de sciences naturelles (l'axi, 2011). Couteaux entame ses études de médecine sans intention de faire une carrière hospitalière. Couteaux voyait la médecine comme une formation à la biologie. Il a entamé une licence de sciences naturelles à Lille, puis à Paris pour des raisons familiales. [NDÉ]

3. Couteaux y entreprend un travail d'histocytologie sur les relations nerf-muscle. [NDÉ]

et nerveux. Ce laboratoire était alors dirigé par Étienne Rabaud⁴, connu pour son rationalisme intransigeant⁵. C'est sans doute ce qui attira Couteaux, en un temps où persistaient encore des relents de finalisme chez certains biologistes. Professeur de biologie expérimentale depuis 1923, Rabaud prend sa retraite en 1938, en étant nommé professeur extraordinaire, et Marcel Prenant le remplace dans sa chaire.

Fils d'Auguste Prenant (1861-1927), professeur à la faculté de médecine de Paris et membre de l'Académie de médecine, Marcel Prenant est normalien, naturaliste et biologiste qui a obtenu un poste

4. Dès 1932, soit deux années avant la fin de ses études de médecine, il a commencé à fréquenter pendant les longues vacances estivales le laboratoire de biologie expérimentale de la Sorbonne dirigé par Étienne Rabaud. Ce choix a dû être guidé par le fait que Rabaud était à la fois médecin et biologiste de grande culture qui avait commencé sa carrière par une thèse sur les monstruosité et plus généralement la tératogenèse. Il connaissait donc l'embryologie et l'histologie qui étaient souvent liées à cette époque. Rabaud était aussi un rationaliste militant, un antifinaliste, antivitaliste de combat qui aimait beaucoup la polémique. À ce titre, il était ami de Jean Nageotte qui avait les mêmes convictions philosophiques. Rabaud a proposé à Couteaux de faire une étude histophysiologique des réflexes mis en œuvre dans les mouvements péristaltiques assurant la locomotion chez le ver de terre. Rabaud était à cette époque à quatre années de sa retraite. Ses centres d'intérêt avaient beaucoup évolué par rapport à l'embryologie et l'histologie. Il s'intéressait durant cette période à l'Évolution et à la spéciation. Couteaux avait eu bien des occasions d'en parler avec lui et il avait été très frappé par son esprit dogmatique, presque fanatique sur ces questions, au point de décourager René Couteaux qui partageait certes son rationalisme, mais pas ses excès. Couteaux apprit de ses recherches sur les vers de terre que ce matériel n'était pas le bon pour ce type d'études histophysiologiques, même si l'on pouvait croire que cet animal simple était un modèle avantageux. En particulier, ce matériel ne permettait pas d'avoir des résultats clairs sur les relations entre les nerfs et les fibres musculaires. Il décida de concentrer ses efforts sur cette dernière question dont il entrevoyait l'importance dans les polémiques de cette époque. La jonction neuro-musculaire était à cette époque l'enjeu de la bataille entre neuronistes et réticularistes. Ces derniers imaginaient des éléments morphologiques passant de la fibre nerveuse à la fibre musculaire. [NDÉ]

5. Médecin et biologiste, Étienne Rabaud avait été l'auteur, à la fin du XIX^e siècle, d'une thèse remarquée sur les monstruosité et la tératogenèse faisant appel aux techniques de l'embryologie et de l'histologie. Il s'était ensuite intéressé à des problèmes de biologie générale comme la spéciation, l'adaptation, etc. Dans un temps où le finalisme et le vitalisme avaient encore des partisans plus ou moins avoués, Rabaud défendait un rationalisme intransigeant auquel Couteaux était tout acquis, même si le goût de la polémique de Rabaud pouvait le conduire à des excès faisant encore sourire Couteaux à la fin de sa vie. [NDÉ]

de maître assistant en zoologie à la faculté des sciences avant de remplacer Rabaud⁶.

Cependant, aux dires de Couteaux lui-même, ce fut Jean Nageotte qui l'influença le plus, lui qui, devenu sourd, venait de prendre sa retraite du Collège de France, lorsque Couteaux, admirateur de son œuvre, le rencontra à plusieurs reprises. Malgré les difficultés de communication liées à l'infirmité de Nageotte⁷, Couteaux a tiré un réel parti des échanges avec lui, appréciant son esprit critique particulièrement aigu tout en restant constructif⁸.

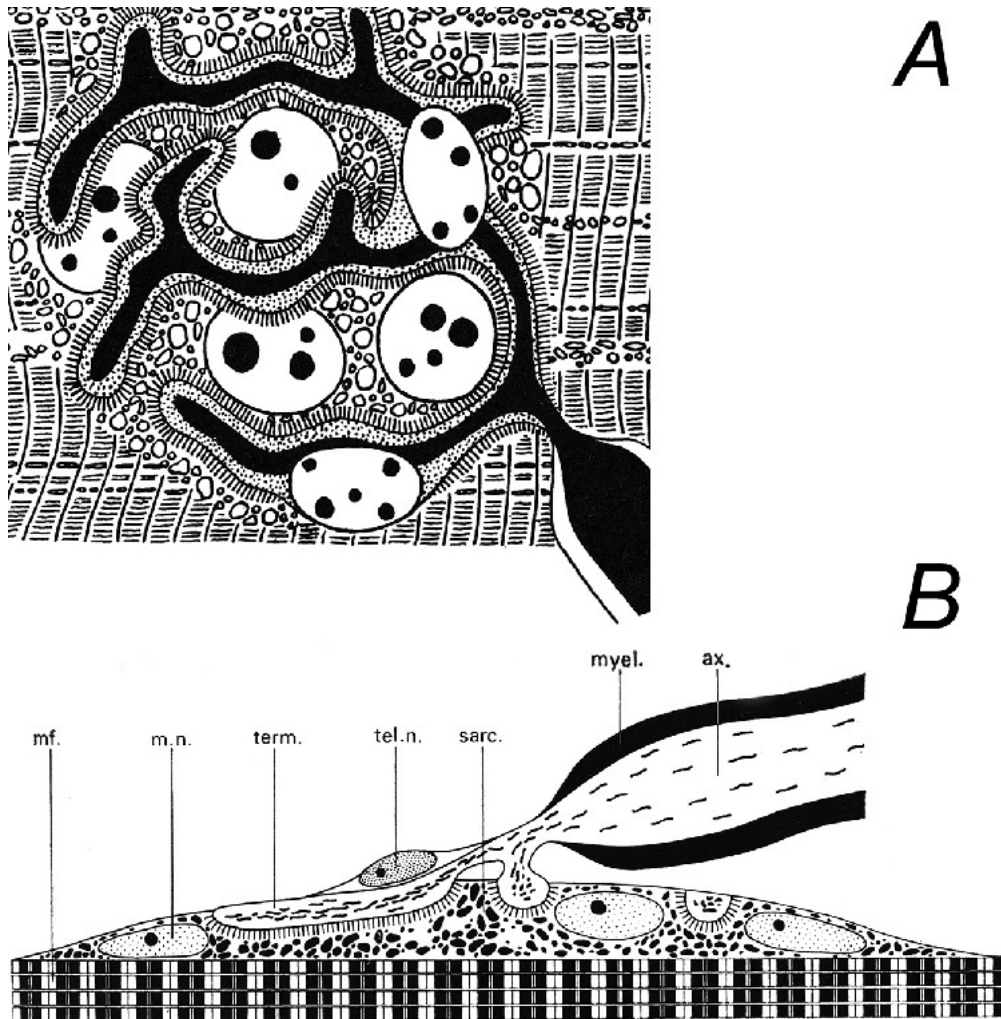
Pour bien comprendre les raisons du choix et la portée des contributions de René Couteaux, il faut rappeler brièvement la situation des connaissances en histocytologie nerveuse dans les années 1930-1940 sur la nature des connexions entre les neurones, ainsi qu'avec leur effecteur le plus commun, les muscles striés.

Une controverse fondamentale née au cours du XIX^e siècle continuait à diviser les chercheurs en deux camps. D'une part les « neuronistes », dont le plus prestigieux était Santiago Ramón y Cajal, pour qui les neurones étaient des cellules parfaitement individualisées et limitées par une membrane. Les relations entre elles ou avec leurs effecteurs étaient considérées comme se faisant au niveau de zones de contact spécialisées, les synapses.

6. Marcel Prenant a été chef d'État-major des FTP d'avril 1942 à janvier 1944. Il fut arrêté par la Gestapo et déporté à Neuengamme. À la libération, il fut membre élu du comité central du Parti communiste français, qu'il quitta en 1958.

7. Nageotte était devenu sourd à la fin de sa vie. Voir l'article consacré à Nageotte dans ce volume.

8. Couteaux a également été influencé par Louis Ranvier. Jacques Taxi a eu à de nombreuses reprises l'occasion de discuter avec René Couteaux du choix de son matériel biologique dans ses travaux réalisés à la Sorbonne, à cette époque où il cherchait seul sa voie, car les jeunes chercheurs n'étaient alors pas chaperonnés comme ils le sont aujourd'hui. On peut voir dans les choix de René Couteaux la griffe de Louis Ranvier. Qu'est-ce que Couteaux a retenu de Ranvier? Couteaux a appris de Ranvier qu'il fallait choisir un matériel en fonction de la question posée et que pour chaque question on devait rechercher le meilleur matériel indiqué. Couteaux a également retenu de Ranvier que l'étude du système nerveux périphérique devait utiliser des dilacérations, des clivages, soit des préparations entières et non des coupes. Les coupes ont en effet le défaut de segmenter le trajet nerveux et les grandes structures comme la plaque motrice. C'est à ce titre que Couteaux avait conseillé à J. Taxi de lire le *Traité technique d'histologie* de Ranvier (1875) (d'après la conférence de J. Taxi).



5. Schémas originaux d'après R. Couteaux, 1947. A : plaque motrice de mammi-fère vue de face. Le cytoplasme axonal figuré en noir occupe l'axe des gouttières synaptiques ; le cytoplasme de la téloglie est représenté conventionnellement par une fine ponctuation qui borde la gouttière. 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 (téloglie). B : coupe transversale ; ax. : axoplasme avec ses mitochondries allongées ; myel. : gaine de myéline du rameau nerveux moteur ; tel.n. : noyau d'une cellule de Schwann terminale (téloglie) ; 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 de la sole avec ses mitochondries ; m.n. : noyaux fondamentaux (musculaires) de la sole ; mf. : myofibrilles.

IV

Shigeru Tsuji, maître d'œuvre dans l'histochimie de la synapse cholinergique

PHILIPPE ANGLADE ET YAMINA LARABI-GODINOT

À la mémoire de Shigeru Tsuji (1936-2008).

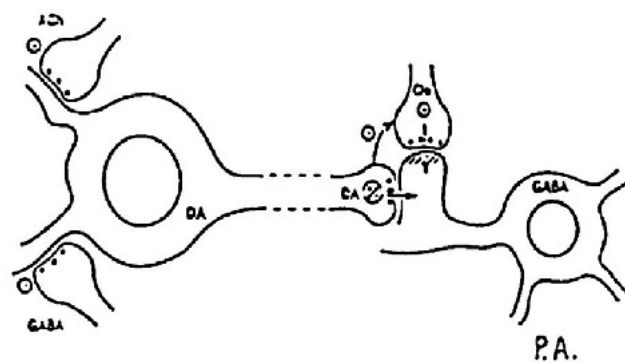
Shigeru Tsuji est né au Japon quelques années avant la Seconde Guerre mondiale. Enfant, il a été plongé dans l'atmosphère tragique qui régnait à cette époque. Et, plus tard, pendant son adolescence, il sera troublé par la contradiction qu'il avait ressentie entre la propagande militariste et la réalité de la guerre. Il est probable que ces questions aient marqué la personnalité de Tsuji au point que celui-ci sera toujours insatisfait de ne pas pouvoir comprendre les choses aussi clairement qu'il le désirait.

Vouloir comprendre caractérise un scientifique. Cependant, l'origine d'une vocation reste toujours au-delà de toute considération rationnelle. Ainsi, des événements précurseurs vont apparaître dans la vie de Tsuji comme des repères qui marqueront son orientation. Il aimait lui-même raconter que, lors d'un cours de biologie, il fut fasciné par les battements d'un cœur de grenouille. Cette expérience a paru décisive dans son souhait de faire des études de biologie et de comprendre cette mystérieuse vie qu'il avait pressentie à ce moment.

Tsuji est ainsi entré à l'École normale supérieure de Tokyo¹ où il obtient le master de la faculté des sciences. Il reçoit alors une bourse pour travailler deux ans en Allemagne dans le laboratoire de Kurt Greven de l'Institut de physiologie animale de l'université de Francfort-sur-le Main. Ainsi, à la fin d'un mémorable voyage en bateau de Yokohama à Marseille, il découvre l'Europe et commence son travail scientifique à Francfort qu'il poursuivra jusqu'en octobre 1963.

1. Tokyo University of Education.

言霊賀新年 Bonne Année
 1997
 シナプス百年祭
 La Synapse a cent ans



シナプスは神経細胞間のコミュニケーションの場である。人間社会にもシナプスの様なものがある。長崎の出島はかつて日欧間のシナプスだった。今日、人間社会のシナプスはどこにあるのだろうか。

La synapse est un lieu de communication entre les cellules nerveuses. Dans les sociétés humaines, il y a quelque chose de semblable à la synapse. Autrefois à Nagasaki, l'île de Deshima était une vraie synapse entre Europe et Japon. Où trouverons-nous, aujourd'hui, les "synapses" dans nos sociétés?

1. Des synapses neuronales aux relations humaines par Shigeru Tsuji : carte de vœux 1997 sur le thème du centenaire du concept de « synapse » (1897-1997), introduit par C.S. Sherrington. Tsuji fait allusion au Japon d'avant la Seconde Guerre mondiale qu'il regrette.

L'apport de la microscopie électronique à la neuroanatomie

JACQUES TAXI ET JEAN-GAËL BARBARA

Quel a été l'apport de la microscopie électronique à la neuroanatomie *sensu lato*¹? Les hasards de la vie ont fait que l'un de nous (J. Taxi) a suivi de très près la période approximativement de 1950 à 1970, où se sont accumulées progressivement les données ultrastructurales concernant le système nerveux, suite aux progrès techniques et à l'extension des matériels étudiés. On s'en tiendra ici à une vue forcément condensée des données essentiellement morphologiques apportées par la technique devenue classique après 1954, tout en continuant à progresser. On respectera autant que possible l'ordre chronologique des apports, sans s'attarder – sauf rares exceptions – sur l'identité des auteurs et les références des travaux².

Lorsque Jacques Taxi est entré au laboratoire de René Couteaux en 1950, l'utilisation du microscope électronique n'était pas envisagée dans un délai définissable pour des raisons diverses. Parmi elles, on peut retenir que, bien que le premier microscope électronique datât de 1936, une longue période de maturation de « techniques auxiliaires » fut nécessaire, en particulier pour tirer tout le parti possible des différents matériels biologiques. Pendant longtemps, seuls des matériels particuliers ont pu être étudiés avec fruit. Par exemple, en France, dès les années 1950, le groupe de Pierre Lépine et d'Odile Croissant à l'Institut Pasteur étudia les virus et le groupe de Marcel Bessis, de Janine Breton-Gorius et de Jean-Paul Thiéry, du Centre de transfusion

1. Pour un aperçu plus large des nouvelles données apportées par la microscopie électronique sur l'anatomie du système nerveux au cours des années 1950 et 1960, voir Ross, 1964 et, dans le même ouvrage, Gray, 1964, p. 369-417.

2. On trouvera une analyse exhaustive de ces données scientifiques dans l'ouvrage de référence de Peters, Palay, Webster, 2008.

VII

Un parcours de neurocytologie fonctionnelle

JACQUES TAXI

Je suis né à Bezons (Val d'Oise) dans la proche banlieue de Paris, le 18 juillet 1922, dans une famille modeste. Mon père, petit-fils d'immigré italien, était contremaître électricien dans l'industrie et ma mère était mère au foyer.

Je suis entré à l'école primaire publique à l'âge de 6 ans et j'y fus, ce qu'il est convenu d'appeler, un bon élève. À 11 ans, j'entrai dans la classe terminale, où l'on préparait le certificat d'études primaires. Sur les conseils d'un ami de la famille, plus au fait que mes parents des cursus d'études et de leurs éventuels débouchés, ceux-ci décidèrent de me faire passer le concours des bourses pour m'orienter vers les études longues de l'enseignement secondaire.

Je ne voudrais pas terminer cette brève présentation initiale sans rendre un hommage appuyé aux instituteurs de l'école primaire de Bezons – « hussards noirs » (et souvent rouges !) de la Troisième République – qui m'ont mis le pied à l'étrier, avec autorité, compétence et efficacité.

À l'époque, les collèges ou lycées étaient rares en banlieue ; reçu au concours des bourses, on m'offrit d'être interne au collège de Saint-Germain-en-Laye, ou demi-pensionnaire au lycée Pasteur, à Neuilly-sur-Seine. C'est ce dernier qui fut choisi par mes parents, car il me permettait de rester dans ma famille. Je suis donc entré en octobre 1933 en 6^e A (classique-latin-anglais), puis 4^e A (latin-grec), sur le conseil de mon professeur de lettres. J'ai passé la première partie du baccalauréat A-lettres classiques, avec le même programme scientifique en toutes sections, en juin 1939, avec mention assez bien, et je me disposais à entrer en mathématiques élémentaires, lorsqu'en août 1939 la Seconde Guerre mondiale éclata.

Je passais alors mes vacances, comme chaque année depuis ma plus tendre enfance, avec ma mère et mon frère dans un village du Cher, Boulleret. Ceci tenait au fait que ma mère y avait été élevée



1. Jacques Taxi disséquant dans le laboratoire de Jussieu, à l'Institut des neurosciences dirigé par André Calas (remerciements à André Calas pour la photographie).

jusqu'à l'âge de 10 ans et était restée très attachée à sa famille nourricière. Au moment de la déclaration de guerre des rumeurs très alarmistes circulaient sur les possibles bombardements des villes par l'aviation allemande ; en conséquence mes parents décidèrent que je ferais ma classe de « Math. Élem. », comme interne au collège de Cosnesur-Loire, à cinq kilomètres de Boulleret, où je pouvais aller passer chaque week-end chez une sœur nourricière de ma mère.

La rentrée fut assez cahotique, en raison de la mobilisation de certains professeurs, ainsi fûmes-nous sans professeur dans certaines matières pendant un mois. Aussi, reconnaissons que le niveau moyen du corps enseignant n'était pas celui du lycée Pasteur de Neuilly. Le temps de l'examen du baccalauréat « Math. Élem. » arriva, avec juin 1940, alors que la défaite française était consommée et bientôt l'armistice signé. Cependant dès juillet, le pays reprit progressivement ses activités ; ma famille, qui m'avait rejoint à Boulleret lors de l'exode, regagna la région parisienne, et de mon côté, je passais le baccalauréat. Celui-ci en poche, je décidais, pour occuper la fin de mes vacances, de préparer l'option « Philosophie » et je l'obtins à la session de septembre.

I. FORMATION SCIENTIFIQUE

Cependant, l'idée avait progressivement mûri en moi de m'orienter vers l'enseignement des sciences naturelles. Cette vocation m'était venue d'abord de mon intérêt pour la nature, côtoyée de près au cours de toutes mes vacances d'été, et renforcée par l'enseignement de mes professeurs de sciences naturelles des classes de 5^e et 4^e. L'ami mentionné plus haut, botaniste amateur, m'avait également passionné alors qu'il passait ses vacances comme nous à Boulleret, et me commentait ses trouvailles sur la flore du pays. Enfin j'avais eu au collège de Cosne un surveillant qui préparait l'école vétérinaire et qui travaillait devant nous son programme de zoologie, qui m'avait beaucoup intéressé.

C'est ainsi que je m'inscrivis à la rentrée de 1940 à la faculté des sciences de Paris pour y préparer et obtenir une licence d'enseignement de sciences naturelles qui me permit de me présenter au concours de l'agrégation, mais je commençai par le certificat préparatoire SPCN¹.

Comme je ne souhaitais pas trop peser financièrement sur ma famille, un oncle de ma mère, professeur de lycée, m'aïda à trouver un poste de « maître au pair » à l'école primaire supérieure, Jean-Baptiste Say, de la ville de Paris à Auteuil. Moyennant un service de surveillant d'internat assez léger, j'étais nourri et logé à l'école, d'où l'on pouvait joindre le Quartier latin par une ligne de métro directe.

Cette année fut cependant pour moi très dure ; j'eus faim et froid, comme beaucoup d'autres Français. Tout était sévèrement rationné en raison du pillage systématique des productions françaises par les Allemands. En particulier le pain était très rationné, et j'arrivais péniblement à augmenter un peu ma ration avec quelques faux tickets achetés au marché noir par ma mère. Je me souviens des repas à l'école Jean-Baptiste-Say, où le plat principal était constitué de grains de blé cuits à l'eau en alternance avec des rutabagas assaisonnés de même. Et l'on montait après le dîner dans les chambres très peu chauffées, où le travail intellectuel était vraiment difficile.

Du côté de mes études universitaires, en dehors des cours magistraux dont la plupart n'existaient pas en polycopiés, il n'y avait aucune préparation aux problèmes de physique ou chimie que nous aurions

1. Le certificat d'études supérieures préparatoires de sciences physiques, chimiques et naturelles (SPCN), créé en 1905, reposait sur un programme comprenant en grande partie des enseignements du certificat PCN, avec des compléments notamment en géologie.

à l'examen. Ce fut une année blanche pour moi, car j'échouai à l'examen de fin de l'année universitaire 1940-1941. Le certificat SPCN n'étant pas obligatoire, alors que j'en possédais à peu près le programme, je décidai de m'inscrire en octobre 1941 au certificat de chimie générale, obligatoire pour la licence d'enseignement. J'avais retenu de l'année précédente que les questions posées aux examens pouvaient être très pointues, et qu'il fallait posséder à fond le programme. Cela me permit d'obtenir le certificat de chimie générale en juin 1942. À la rentrée 1942, j'obtins un poste de surveillant d'externat au collège Chaptal, ce qui me rendait totalement autonome sur le plan financier, et je m'inscrivis aux certificats de zoologie et de botanique.

Cependant, je n'eus pas le loisir de mener mon année jusqu'au bout. Car, au début de l'année 1943, les jeunes gens de la classe 42, dont j'étais, furent mis dans l'obligation de participer au STO, le service du travail obligatoire en Allemagne, qui, selon l'occupant et ses alliés de Vichy, remplaçait le service militaire aboli. Je fis d'abord la sourde oreille, mais je fus prévenu en juin par un policier patriote voisin de mes parents que je ne devais plus paraître dans des lieux où mon identité était connue, car la chasse aux insoumis allait s'intensifier.

Je décidai alors de rejoindre Boulleret, où je pouvais être hébergé par la sœur nourricière de ma mère. Le maire de la commune, M. Arnault de Vogüé, grand résistant, qui allait très vite passer à la clandestinité, me fournit de faux papiers. Ceux-ci me permettaient de circuler à bicyclette dans le pays, où d'ailleurs l'on ne voyait que rarement des soldats allemands.

Comme je m'étais depuis toujours intéressé aux travaux des paysans, peu mécanisés à l'époque, et que je donnais souvent un coup de main à des voisins pendant mes vacances, je n'eus aucune peine, pour subsister, à trouver du travail comme ouvrier agricole. Il y avait en effet beaucoup de prisonniers de guerre, aussi il existait un réel besoin de main-d'œuvre dans les fermes. Je n'ai finalement jamais regretté cette expérience imposée, qui fut très enrichissante en divers domaines ; il y eut en outre un aspect très positif, car les paysans subissaient des restrictions alimentaires bien plus limitées que celles des citadins et je mangeais enfin à ma faim.

En juin 1944, vint le débarquement allié en Normandie. Très vite un groupe de résistants, auquel je participai très modestement, se constitua à l'initiative des FFI du Cher nord, dont le maire de Boulleret, sorti de la clandestinité, était le chef.

En tant qu'insoumis au STO, j'étais considéré comme ayant satisfait à mes obligations militaires et en conséquence je me réinscrivis

à la rentrée d'octobre 1944 aux certificats de zoologie et botanique pour achever une licence, tandis que j'obtins un poste de surveillant d'externat au collège Lavoisier, au Quartier latin.

J'obtins ma licence en juin 1945, mais il me fallait y ajouter le certificat de géologie pour pouvoir m'inscrire au concours de l'agrégation, ce qui fut fait en 1946. Il fallait encore un DES (diplôme d'études supérieures), un petit travail de recherche d'environ un an que j'entrepris en 1946 au laboratoire d'anatomie et histologie comparées du Pr Marcel Prenant (1893-1983). En réalité, nonobstant le titre de sa chaire, Marcel Prenant avait introduit l'écologie à l'université et me donna comme thème « Hémoglobine et écologie des Cladocères ».

J'obtins mon DES, et à la rentrée universitaire de 1947, je devins, avec mes nouveaux diplômes, délégué rectoral au collège Lavoisier, assurant l'enseignement d'un professeur de sciences.

Je restai cependant peu de temps dans cet emploi, car à la fin de 1947, René Couteaux (1909-1999), alors chef de travaux à la faculté des sciences de Paris, et responsable du service des travaux pratiques de biologie animale au PCB², que j'avais connu au cours de la préparation de mon DES, me fit l'offre – pour moi mirobolante – d'occuper dans son service un poste d'assistant.

Ayant préparé l'agrégation en solitaire, je fus admissible au concours de 1948, mais j'échouai à l'oral. Il était entendu que j'entreprendrais un travail de thèse de sciences sous la direction de R. Couteaux, qui venait d'être nommé maître de conférences de biologie animale – à l'époque le premier grade du poste de professeur – à la faculté des sciences.

Vu mon demi-échec, M. Couteaux me conseilla de tenter une seconde fois l'agrégation, avant d'entreprendre mon travail de thèse. Aussi, afin de préparer l'oral du concours dans de meilleures conditions, j'obtins d'être « auditeur libre » à la préparation de l'agrégation de l'ENS de la rue d'Ulm et je fus reçu au concours de 1949, où je retrouvai au jury M. Ulrich, mon professeur de la classe de 4^e au lycée Pasteur. Ce dernier, lors de l'entretien que chaque membre du jury accordait aux reçus après le concours, m'accueillit en me disant : « Eh bien ! Il a fait du chemin le petit Taxi ! »

Je passai *ipso facto* dans le corps des assistants-agrégés, avec une promotion financière bienvenue pour le jeune marié que j'étais.

2. Voir note 6, p. 382.

II. ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET PREMIÈRES RECHERCHES

C'est à la rentrée de septembre 1949 que, parallèlement à mon travail d'assistant aux travaux pratiques de biologie animale du PCB, M. Couteaux me proposa comme thème de thèse : « Le système neurovégétatif périphérique : l'articulation entre les fibres nerveuses et les muscles lisses. »

Je devais commencer par le cas des muscles lisses de l'intestin, en reprenant au préalable la question du rôle éventuel des « cellules interstitielles de Cajal³ » dans cette connexion étudiée avec les techniques de l'histologie photonique.

J'ai dû reprendre à l'époque l'étude des cellules interstitielles de Cajal, car plusieurs auteurs, à la suite de B.J. Lawrentjew (1926), défendaient l'idée qu'elles étaient intercalées entre les fibres nerveuses et les cellules musculaires lisses et qu'elles jouaient un rôle dans la transmission de l'excitation.

Un peu d'histoire permettra de comprendre comment on en était arrivé là. Ces cellules ont été décrites par Cajal en 1890 dans l'intestin de rongeurs sous le nom de « neurones sympathiques interstitiels », parce qu'il les avait colorés par la méthode de Golgi et le bleu de méthylène, en coloration vitale, techniques réputées électives du tissu nerveux. Toutefois les prolongements de ces neurones multipolaires étaient tous semblables, aucun n'étant différencié en axone, et ils paraissaient anastomosés en un réseau.

Dès cette époque, des neurohistologistes de renom, comme Alexander Stanislavovitch Dogiel et Rudolph Albert von Kölliker, n'y virent que des cellules conjonctives ayant des affinités colorantes particulières. Et les choses en étaient restées là, lorsque la question fut reprise par B.J. Lawrentjew (1926) en utilisant la méthode de Bielschowsky-Gros, d'imprégnation des neurofibrilles par le nitrate d'argent ammoniacal. Il en tira la conclusion qu'elles étaient l'équivalent des cellules de Schwann au niveau des terminaisons des axones du système neurovégétatif sur leur effecteur.

3. Les cellules interstitielles de Cajal de l'appareil digestif sont aujourd'hui considérées comme des cellules ayant une fonction de pacemaker et de stimulateur des fibres musculaires lisses. Ces fonctions avaient été partiellement imaginées par S. Ramón y Cajal qui les avaient étudiées et nommées. Voir Huizinga, Chen, Mikkelsen, Wang, Parsons, Zhu, 2013, p. 43. [NDÉ]

Ce point de vue eut un réel succès et fut en particulier adopté par le dernier élève de Cajal, Fernando de Castro, qui défendit l'idée que dans toutes les synapses, une mince couche de névroglie était intercalée entre la terminaison nerveuse et l'effecteur.

Cajal n'a jamais réétudié ces cellules, ses « neurones interstitiels », et ce défenseur intransigeant de la théorie du neurone a admis dans la conclusion de ce qui fut son « testament scientifique », paru en 1934, intitulé *Les preuves objectives de l'unité anatomique des cellules nerveuses*, que ces neurones, très primitifs, pouvaient représenter une exception à la théorie du neurone, puisqu'ils étaient anastomosés en réseaux.

Les auteurs réticularistes se réjouirent de ce qu'ils considérèrent comme une concession à leurs idées et prônèrent l'existence d'un syncytium terminal intercalé entre les neurones sympathiques ou parasymphatiques et leur effecteur, et même entre les terminaisons motrices et les fibres musculaires striées dans la plaque motrice⁴. Il y avait donc encore, à l'époque de mes propres recherches, de grandes incertitudes à la fois sur la nature des cellules interstitielles et leur fonction.

C'est donc avec l'objectif de répondre à ces deux questions que j'entrepris ce travail, en choisissant comme matériel la musculature intestinale⁵. J'appliquai d'abord à ce matériel les méthodes qu'avait utilisées Cajal, la méthode de Golgi et le bleu de méthylène en coloration vitale, auxquelles j'adjoignis bientôt la méthode de Bielschowsky-Gros au nitrate d'argent ammoniacal, qu'avait utilisée Lawrentjew.

Afin d'avoir des vues d'ensemble des cellules, j'utilisai non des coupes, mais des clivages de la musculature intestinale, faciles à réaliser dans les espèces ayant un collagène en faisceaux fins, comme le cobaye ou le lapin, plutôt que chez le rat ou la souris, dont le collagène est nettement moins favorable. De ces observations je tirai la conclusion que les cellules interstitielles devaient être bien distinguées des cellules de Schwann. Elles formaient en effet un réseau dans les mailles du plexus d'Auerbach, certains de leurs prolongements venant s'appliquer sur les travées du plexus, mais sans s'y incorporer.

C'est ce voisinage qui est à l'origine de l'interprétation erronée de Lawrentjew. Les prolongements des cellules interstitielles entrent en contact les uns avec les autres, mais les méthodes ne permettaient pas de dire s'il s'agissait d'un simple contact ou s'il y avait continuité de substance. Les cellules de Schwann étaient bien visibles par leur noyau

4. Jan Bocke (1874-1956).

5. La partie de la paroi intestinale comprenant le muscle lisse.

I

La neuroanatomie et la question des volumes cérébraux (1800-1950)

MICHEL THIREAU

Pendant un siècle et demi, des années 1800 aux années 1950, Georges Cuvier, Étienne-Renaud-Augustin Serres, Louis Pierre Gratiolet, Louis Lamicque et Raoul Anthony du Muséum de Paris affronteront cette thématique ardue de la neuroanatomie quantitative comparée et sa difficile maîtrise.

Tous, sauf Cuvier, ont une formation de naturaliste et de médecin. Alors, il n'est pas étonnant qu'ils poursuivent tous diverses activités de recherche ni d'ailleurs qu'aucun d'entre eux ne présente le profil « attendu » spécialisé, comme par exemple Broca. Et pourtant, leurs investigations pionnières contribueront à la naissance de la neurobiologie quantitative moderne dont l'ouvrage de Jerison – *Evolution of the Brain and Intelligence* – fait figure de référence depuis sa parution en 1973.

Les résultats obtenus sur un siècle et demi par ces cinq savants du Muséum témoignent des errances d'une entreprise qui, encore aujourd'hui, est loin d'être aboutie, mais plus encore de la constance d'une démarche rationnelle, soutenue, et bien souvent laborieuse qui, pour décrypter le « maquis » des résultats, se double d'un sens créatif et intuitif.

Il paraît opportun de revenir d'abord sur le rôle original que joua le Muséum de Paris dans l'émergence d'une quantification cérébrale anatomique avec des modes exploratoires qui visent à réduire la complexité structurale cérébrale à ses valeurs volumétriques.

Il paraît utile préalablement de rappeler le contenu et les limites de quelques faits et notions. Ces cinq professeurs-administrateurs du Muséum vont diriger les chaires d'anatomie comparée, pour Cuvier, Serres, Gratiolet et Anthony, et de physiologie générale, pour Lamicque. Nous tenterons de suivre le cheminement de leurs recherches et insisterons avant tout

sur leurs découvertes – ou redécouvertes – et leurs prémonitions, parfois d’une grande sagacité. Le travail de cette phalange de savants que la postérité a grandement oublié m’a semblé mériter cette étude.

Avant d’examiner les apports et incertitudes des neuroanatomistes du « Jardin », nous voudrions poser la problématique propre à toute étude des volumes cérébraux. L’interprétation pertinente de résultats chiffrés nécessite prudence et intuition. *In fine*, face à la complexité organisationnelle du cerveau, les « découvertes » des chercheurs s’avèrent être toujours partielles et limitées. La neurobiologie quantitative invite à trouver le « tempo » sans se laisser griser par la ronde des chiffres. Au-delà de sa spécificité, l’exploration quantitative de la matière cérébrale a une histoire qui rejoint l’histoire générale elle-même « tant l’esprit d’entreprise, d’innovation, d’imagination et de créativité sont à l’œuvre¹ ».

I. VALEURS BRUTES DE VOLUMES CÉRÉBRAUX

Les volumes cérébraux peuvent être évalués par diverses techniques que les auteurs mentionnent avec plus ou moins de précision. Le volume cérébral global est relativement facile à mesurer, mais les volumes cérébraux structuraux nécessitent une identification cytologique du tissu cérébral. Il est évident que, dans la période étudiée, il faudra attendre la seconde moitié du XIX^e siècle pour espérer disposer de mesures structurales fiables. Mais avant de mesurer le volume d’une structure cérébrale, il convient de l’identifier avec précision. Chaque structure cérébrale correspond à une population de neurones dont les caractéristiques cytologiques (qualitatives ou quantitatives) viennent justifier sa réalité objective. Une matrice de données volumétriques (ensemble de structures) est constituée; la qualité de son contenu conditionne les recherches engagées en aval. C’est ainsi que, étant donné la complexité de l’organisation structurale d’un cerveau de vertébré, les auteurs se contentent d’un échantillon limité de structures, faute de pouvoir disposer du volume de toutes les structures cérébrales. L’édifice des travaux ultérieurs, et des interprétations qui en découlent, n’a jamais (actuellement) les « fondations » exhaustives qu’elles nécessiteraient.

1. Barbara, 2015, p. 27.

II. VOLUMES CÉRÉBRAUX PONDÉRÉS

Un volume cérébral brut est avant tout le reflet d'une taille somatique. Toutefois, une croissance pondérale d'une autre nature semble être associée à la taille du cerveau et serait susceptible d'être représentative de l'intelligence *sensu lato*. Cette inférence va guider l'ensemble des recherches sur les volumes cérébraux pendant la période étudiée et même encore de nos jours. Pourtant, s'agissant de l'homme, on savait depuis longtemps que les « génies » peuvent avoir tantôt un volumineux cerveau ou à l'opposé un cerveau de volume bien inférieur à la moyenne. Toute une littérature abonde autour de ce qui pourrait constituer une « alerte » et une invitation à la prudence quant à un éventuel lien entre taille et performances cérébrales. C'est dans un tel contexte que le cerveau de Cuvier, comme beaucoup d'autres, devait être pesé après sa mort.

Un volume cérébral brut demeure, à l'évidence, proportionné à la taille corporelle. Aussi, le plus simple, est de voir si un rapport direct entre taille cérébrale et taille corporelle, par le biais de l'évaluation pondérale de ces deux paramètres (*pattern*), permet de déterminer des variations pondérales cérébrales témoignant d'un *process*. Ce dernier ne peut être qu'inféré et se trouve donc livré à la pertinence de celui qui l'avance. Cette entreprise hardie – car liant quantité « judicieusement » chiffrée et qualité supposée – est, à la charnière des siècles (Lumières/« Modernité »), un véritable « nœud gordien ». Tout au long de la période étudiée, il deviendra un leitmotiv donnant bien « du grain à moudre » aux milieux de l'investigation scientifique.

Vers 1800, Cuvier, confortant la pertinence des anciens auteurs, établit que le quotient entre poids encéphalique (Pe) et poids somatique (Ps) ne peut pas être une réponse appropriée aux variations pondérales encéphaliques « vraies » que l'on recherche. En effet, Cuvier établit par le calcul que « toutes choses égales, les petits animaux ont le cerveau le plus grand à proportion ». Autrement dit, avec un rapport Pe/Ps direct les espèces de petite taille sont toujours plus encéphalisées que celles de grande taille. La recherche du niveau d'encéphalisation d'une espèce ne peut pas dépendre d'un tel biais venant de sa taille. Le niveau d'encéphalisation se doit de correspondre aux variations (positives ou négatives) de matière cérébrale, à poids somatique constant. Il en résulte que la proportion directe Pe/Ps n'est pas acceptable en tant que telle car, d'une espèce à l'autre, le rythme de croissance de Pe et de Ps n'est pas isochrone, comme on le supposait, mais différencié.

Les auteurs vont s'efforcer d'identifier ce rythme particulier, de l'évaluer et de l'analyser.

Vouloir dégager une méthodologie et une interprétation recevables quant aux variations quantitatives vraies de la matière cérébrale : tel est le but au seuil de la « Modernité ». Comment peut-on passer d'un tel souhait à une démarche scientifique acceptable ? Résoudre un tel obstacle d'ordre à la fois méthodologique et conceptuel sera un but à atteindre à l'échelle mondiale et, le Muséum de Paris va y participer.

III. LE TEMPS DES PIONNIERS GEORGES CUVIER (1769-1832)

En provenance de Montbéliard, de Clairac, de Sainte-Foix-la-Grande, d'Épinal ou de Châtcaulin, d'ambitieux provinciaux vont « monter » à Paris ; ils se nomment Cuvier, Serres, Gratiolet, Lapicque et Anthony. Tous feront carrière au Muséum, tous à un moment donné, vont vouloir affronter cette énigme : les volumes cérébraux ont-ils sens du point de vue de la recherche ? Au-delà d'histoires individuelles très diverses, ces hommes tenaces ont le goût de l'effort et surtout, sont dotés d'un vrai tempérament pour l'enquête scientifique. Ils aiment affronter cet inconnu qui, de tout temps, est le propre de la science. Ils vont tous laisser leur marque, par des approches personnelles, que nous allons redécouvrir, mettre en lumière et comprendre. Cette phalange de neuroanatomistes va, avec d'autres à travers le monde, contribuer à porter la neuroanatomie quantitative vers une « modernité ».

Notre regard, lié au leur, se tourne maintenant vers la taille cérébrale, si déroutante quant au sens qu'il convient de donner aux variations de ses volumes. Quels en sont les éventuels messages qui demeurent toujours « enfouis » et semblent être cryptés ? Un jeune naturaliste, brillant, très en vue, va soulever le voile.

Très tôt dans sa carrière, dès le printemps de 1799, dans une note à la fois courte et dense, Cuvier s'intéresse aux « différences des cerveaux, considérés dans tous les animaux à sang-rouge ». C'est le résultat de ses lectures, mais aussi d'observations personnelles à partir de dissections qu'il aime pratiquer. Cuvier brosse un tableau comparatif de l'encéphale des vertébrés, répartis alors en seulement quatre classes (poissons, reptiles, oiseaux et mammifères). Il analyse leurs cerveaux sur la base de leur aspect externe, interne, et de différences relatives de taille ou de volume. Il n'a que 30 ans, et déjà, il voit plus loin et plus

II

D'un cerveau à l'autre : carnets de voyages et digressions¹

JACQUES REPÉRANT

À la mémoire du Pr Yves Galifret.

Jacques Repérant est né le 3 novembre 1937 au lieu-dit Bouchemont, Châtellenie d'Esclimont de La Rochefoucauld, dans la commune de Saint-Symphorien². Licencié ès sciences naturelles en 1964 à la faculté des sciences de Paris, il travailla de 1964 à 1966 comme instructeur de travaux pratiques dans le laboratoire de psychophysologie du Pr André Soullairac (1913-1994) à la faculté des sciences de Paris. Il obtint en 1965 un diplôme d'études approfondies de paléontologie des

1. Une version longue de ce texte est accessible sur le site du Club d'histoire des neurosciences. Les coupures du texte présenté – rendues nécessaires pour l'équilibre du volume – masquent cependant en partie l'intention de Jacques Repérant. L'auteur a indiqué : « J'ai rédigé ce texte à l'invitation du Dr Jean-Gaël Barbara, historien des sciences au CNRS. Ses indications étaient les suivantes : "écrire un article très libre sur votre carrière et les contextes de vos recherches en mentionnant tous les acteurs importants de l'époque que vous avez côtoyés." J'ai longtemps hésité à me lancer dans cette aventure. Parler de soi n'est pas toujours aisé, qui plus est pour un scientifique habitué à "dépersonnaliser" autant que faire se peut l'exposé de ses travaux. Et puis nous le savons, "il sied bien qu'un homme qui n'est plus jeune, d'oublier qu'il l'a été". Mais passant outre le propos de Monsieur de Saint-Évremond, je décidai finalement de m'atteler à la tâche, un peu par défi. Ce fut long et compliqué. Remonter le temps est parfois douloureux. Ce texte tient plus du Mémoire que de l'autobiographie dans la mesure où il relate des événements de ma vie dans lesquels j'ai joué un rôle ou dont j'ai été le simple témoin. La Neuromorphologie évolutive y tient une place centrale mais d'autres éléments périphériques l'habillent et l'humanisent. J'ai tenté de suivre au plus près les indications du Dr Jean-Gaël Barbara en y ajoutant cependant de longs développements sur les pays qui m'accueillirent à l'occasion d'échanges scientifiques – la Russie soviétique en particulier –, en y mêlant souvent histoire, culture, art et politique. » [NDÉ]

2. Actuellement Aunau-Bleury-Saint-Symphorien, Eure-et-Loir, 28700.

vertébrés et de paléontologie humaine, puis une attestation d'études approfondies de neurophysiologie (1968), suivie d'un doctorat de 3^e cycle en paléoneurologie (1969) et d'un doctorat d'État ès sciences en neurobiologie (1978, Université Paris VI). Il fut au Muséum national d'histoire naturelle assistant (1966), maître-assistant (1976), puis maître de conférences sous-directeur (1979) et, en 1986, professeur-directeur de la chaire d'anatomie comparée, qu'il dirigea jusqu'en 2001.

Après la refondation du Muséum en 2002, il rejoignit le Département de régulation, développement, diversité moléculaire de l'établissement jusqu'à son départ à la retraite en 2008. Il dirigea de 1976 à 2002 différentes équipes de neuroanatomie expérimentale et comparée au laboratoire d'Yves Galifret, à l'Institut des neurosciences du CNRS à l'université Paris VI, puis à l'unité 106 de l'Inserm – à l'hôpital de Port-Royal, l'hôpital Foch, puis l'hôpital de la Salpêtrière – et au laboratoire d'anatomie comparée du Muséum.

Grâce à l'influence intellectuelle de personnalités scientifiques de premier plan comme Charles Devillers, Jean Piveteau, Jean Anthony, Yves Galifret, et Constantino Sotelo, Jacques Repérant orienta très tôt ses recherches vers la neuromorphologie évolutive. Il s'intéressa dans un premier temps (1965-1967) à la paléoneurologie, conduisant sous la direction de Colette Dechaseaux et Tilly Edinger, des investigations sur l'évolution morphologique de l'encéphale dans la lignée des camélidés. Dès 1968, il se réorienta vers la néoneurologie comparée, une discipline qui connaissait alors un regain d'intérêt sans précédent, grâce au développement de nouvelles méthodes d'analyse des réseaux neuronaux. Il entreprit dès 1970 une recherche à long terme sur l'évolution morpho-fonctionnelle du système visuel des vertébrés, en utilisant différentes méthodes d'investigations³.

Il montra, dès 1978, l'existence d'un plan général d'organisation du système visuel primaire (SVP) chez tous les vertébrés actuels (agnathes compris). Ce plan mis en place vraisemblablement très tôt au cours de l'histoire des vertébrés, aurait évolué dans le temps à des vitesses variables selon les lignées, conduisant à la parcellisation des centres visuels et à la complexification des réseaux neuronaux. De telles découvertes lui permirent de remettre fortement en question la théorie classique de l'évolution du système visuel primaire par paliers, développée en particulier par J. Anthony (1972)

3. Traccurs axonaux, ultramicroscopie, histochimie, immunocytochimie, électrophysiologie, biologie moléculaire.

et A.I. Karamian (1976). Sa théorie du « patron primordial du SVP », se trouva ultérieurement confortée au travers de diverses approches moléculaires. L'anatomiste travailla aussi sur l'évolution du système visuel centrifuge, la régénération axonale, la plasticité synaptique, les perturbations génétiques du système visuel et la télencéphalisation des fonctions sensorielles.

Jacques Repérant collabora pendant de nombreuses années avec des institutions canadiennes, en particulier avec le Département de psychologie de l'université du Québec à Trois-Rivières (D. Miceli, R. Ward) dont il devint professeur associé. Il nouera également à partir de 1978 des liens très étroits avec de nombreux neurobiologistes russes, en particulier ceux de l'Institut Sechenov (Léningrad, Saint-Pétersbourg) de l'Académie des sciences d'URSS, puis de Russie (Karamian, Vesselkin, Belehova, Kenigfest). Cette institution lui décerna le titre de *doctor honoris causa* en 1999.

Il fut coéditeur du *Journal für Hirnforschung* (Berlin) de 1986 à 1999 et eut trois enfants, Nathalie, Vassili, Dimitri.

I. AUTOBIOGRAPHIE, ANNÉES DE FORMATION

Les traumatismes de la Seconde Guerre mondiale m'ont longtemps fait douter des bienfaits du « progrès » initié par la science. La biologie, la médecine dévoyées par les savants allemands à des fins d'Holocauste, le détournement des sciences sévères vers des applications militaires porteuses de mort, furent pour moi autant d'exemples propres à nourrir à l'égard de la science défiance et désaffection. D'ailleurs, la science ne fut jamais une source d'inspiration durant mes études secondaires menées dans les misérables collèges-internats d'après-guerre.

En cette période troublée, la musique fut mon unique refuge, ma passion, ma source de vie, vécue à travers une pratique assidue du piano, menée avec les moyens du bord sur de mauvais instruments, en ayant pour guide des professeurs souvent médiocres. Je poursuivais l'idée insensée d'être un jour concertiste, et de vouer ma vie à la musique. Mais ma formation musicale fut si incomplète et si mal conduite que je dus renoncer à ce projet. Faute de quoi je rejoignis la célèbre Sorbonne pour y préparer « je ne sais quoi d'important ». Faute de mieux, je dus me résoudre à choir dans la grisaille d'une formation scientifique fort ennuyeuse. Mais le hasard fit que mes préjugés à l'égard de la chose scientifique tombèrent d'un coup à l'écoute d'un cours magistral donné par Charles Devillers, un « maître ès sciences »

sans égal⁴; ce « passeur » génial m'ouvrit les portes d'un territoire caché presque oublié : la neuromorphologie évolutive que j'allais explorer durant des années avec la plus belle énergie et avec grande passion.

1. En quête du Graal

Le Quartier latin de la fin des années cinquante bourdonnait d'une population estudiantine, joyeuse et virevoltante autour de son université légendaire. Arrivé à Paris en 1957 pour m'y instruire, sa découverte par un soir d'automne pluvieux me transporta d'abord d'enthousiasme, puis vint l'angoisse, tant elle me sembla soudain hors d'atteinte. Comment investir cette citadelle savante, quel chemin fallait-il emprunter pour s'approprier quelques clés du grand savoir, gardé à l'abri de ses hauts murs ? Telles étaient mes réflexions. L'entreprise semblait mal engagée. Muni du viatique, un baccalauréat difficilement obtenu à la suite d'études secondaires chaotiques, avais-je les moyens de mes ambitions ? J'écartai promptement l'idée de forcer le passage étroit et fortifié de la mathématique et autres sciences sévères. Mon goût pour l'histoire et la philosophie m'engagea un moment sur le chemin des lettres, mais je renonçai, faute de connaissances solides en langues anciennes. Cherchant une issue favorable, j'entrevis un vaste portique ouvert sur les sciences de la terre et de la vie. Une cohorte de postulants s'y engouffrait. Je m'y joignis.

Mes premiers mois passés sur les bancs de l'université furent plutôt décevants. Les cours se déroulaient dans des amphithéâtres surchargés et bruyants où venaient officier des professeurs lointains, presque absents. Les matières enseignées durant cette première année de licence (SPCN)⁵ m'ennuyaient passablement, une impression de déjà-vu. Mais très vite l'expérience s'interrompt lorsqu'à la suite d'une visite médicale de routine on me dépista une tuberculose jugée sévère. On me remit une feuille de route m'enjoignant l'ordre de me rendre dans les plus brefs délais à l'hôpital universitaire. Mon voyage dans l'univers clos des sanatoriums dura plus de trois ans. Il fut salvateur, mais aussi formateur, souvent festif. Des centaines d'étudiants venus de tous

4. Charles Devillers (1914-1999). Voir « In memoriam Charles Devillers (1914-1999) », *Ann. Paléontol.*, 86, 2000, p. 81-84. [NDÉ]

5. Le certificat d'études supérieures préparatoires de sciences physiques, chimiques et naturelles (SPCN), créé en 1905, reposait sur un programme comprenant en grande partie des enseignements du certificat PCN, avec des compléments notamment en géologie.

Index rerum

A

- Académie de médecine 24, 43, 86, 119, 129, 130, 153, 161, 169, 170, 232, 241, 254, 255, 259, 298
- Académie des sciences 17, 43, 79, 80, 87, 101, 136, 166, 169, 235, 253, 293, 414, 441, 449, 455, 480, 483, 484, 486
- Active point* (concept de) 290, 292
- Allemagne 8, 9, 20, 24, 45, 57, 64, 67, 113, 130, 151, 157, 210, 211, 218, 256, 269, 283, 300, 333, 372, 382, 459, 463, 479
- Allométrie 370, 424, 435, 437, 440, 443-445
- Amyélinique (fibre) 30, 269, 270, 271, 359, 367, 386-389, 411, 412, 493, 495
- Amyotrophie progressive 102
- Anatomie comparative (comparée) 96, 426
- Anatomie générale 9, 22, 23, 44-46, 59, 62, 63, 71, 79- 82, 84, 86, 88, 92, 93, 208, 209, 265, 280
- Anatomie microscopique 8-11, 14, 15, 17, 23, 25, 32, 41, 44, 48, 56, 59, 63, 82, 83, 168, 207, 208
- Anatomopathologie 10, 13, 14, 21, 24, 27, 198, 199, 206, 213
- Anatomo-physiologie 101
- Aphasie 192, 194, 252
- Appareil sous-neural (de Couteaux) 33, 35, 283, 287, 289, 290, 303-310, 312, 315, 320, 321, 326, 344, 365, 394
- Assemblages moléculaires 29, 31, 276
- Association des étudiants en médecine 242
- Ataxie 98, 112, 117, 122, 132, 133, 134, 160, 161, 171, 172, 222, 242, 250, 257
- Ataxie locomotrice progressive 132, 161, 171, 172
- Atlas (du cerveau) 14, 24, 135, 138, 139, 143, 146, 147, 150, 160, 162-166, 227, 242, 430, 450
- Auerbach (plexus de) 385, 386, 388, 392, 395, 398,
- Autophagocytose 317
- Autoradiographie 37, 55, 377
- Axonologiste 30
- ## B
- Bielschowsky-Gros (méthode de) 36, 302, 310, 384-386, 391
- Biologie moléculaire 13, 29, 454, 501, 503, 504
- Bio-médicale (pensée, révolution) 26-28
- Biophysique 31, 263, 274, 286
- Bleu de méthylène 36, 188, 189, 288, 384, 385, 390
- Bracelets épineux (Jean Nageotte) 271, 360

- Bradykinésie 144, 145
 Buisson de Kühne 309, 313
- C**
- Caisse nationale des sciences 284
 Carmins 19, 75, 137, 139, 145, 180, 185, 189
 Catécholamine 36, 377, 397, 398, 400-403, 414
 Cellule de Nageotte 264
 Cellule de Schwann 36, 54, 55, 77, 78, 269, 307, 309, 322, 359, 360, 384, 385, 389
 Cellule interstitielle 37, 384-388, 392
 Cellule vitelline 52
 Certificat PCB 284, 370
 Certificat PCN 381
 Certificat SPCN 382
 Cerveau (extraits lipidiques de) 29
 Cerveau et ses fonctions (le) (thème) 24, 153, 160, 173
 Chaire d'anatomie générale 9, 62, 79, 92, 208, 265
 Chaire d'histologie 17, 21, 22, 29, 43, 72, 90, 92, 265, 283
 Champy-Maillet (méthode de) 372
 Cholinestérase 33, 34, 283, 284, 287, 305, 306, 308, 317, 319-321, 325, 326, 331, 341, 342, 393, 394, 396
 Chromatolyse 28, 189, 228, 230-233, 246, 247, 253
 Chronaxie 220, 234, 327
 Cinématographique 28, 253
 Clivage (histologie) 33, 36, 276, 278, 281, 299, 385
 CNRS 9, 284, 285, 296, 331, 335, 351, 355, 358, 367, 372, 374, 375, 377, 378, 386, 453, 454, 465, 469, 473-475, 478, 482, 483, 489
Cold Spring Harbor Laboratory 12
 Collagène 30, 36, 267, 272-274, 317-319, 385, 401, 402
 Collège de France 9, 17, 19, 21, 29, 61, 62, 72, 73, 79, 82, 84, 86, 88, 91, 92, 118, 198, 208, 213, 263, 265, 266, 280, 283, 288, 299, 300, 369, 376, 386, 465
 Colloïde (colloïdal) 31, 248, 274, 189
 Complexe synaptique 290, 291, 412
 Congrès de neurologie
 Congrès international 235, 242, 481
 Constriction annulaire (des fibres nerveuses) 92
 Corps de Luys 148, 149
 Corps strié (opto-strié) 143, 145, 147, 149, 150, 152-157, 165, 174, 223, 235
 Couche optique 114, 135, 136, 145-147, 155-157
 Coupe à main levée 49
 Coupe ultramince (ultrafine) 35, 36, 308, 336, 366, 398, 399
 Cours privé 15, 17, 18, 20, 72, 177
 Cox (méthode de) 211
 Cristallographie 31, 263, 274
 Croissance allométrique 442, 444
 Curare 27, 63, 203-207, 214
 Cytoarchitecture 38, 250, 440
 Cytologie 28, 32, 35, 56, 84, 92, 94, 223, 264, 270, 284, 285, 287, 297, 303, 315, 327, 335, 350, 359, 367, 387, 407

D

- Dégénération 113, 180, 183, 186, 187, 270
 Dégénérescence
 des nerfs 11, 76, 77, 87, 199
 Wallérienne 186, 190, 204, 243, 276, 303, 308, 321, 281
 Dendrite 7, 140, 141, 210, 226, 227, 342, 395, 400, 402, 491-493, 502
 Développement embryonnaire 7, 15
 Différenciations cellulaires 342
 Dilacération (histologie) 33, 299

E

- École pratique des hautes études 21, 73, 263
 Électrophysiologie 12, 27, 68, 203, 206, 287, 325, 348, 412, 413, 454, 465, 488, 500, 501
 Éléments histologiques 59, 60, 62, 63, 64, 68, 74, 78, 204, 207
 Épilepsie 120, 174, 234, 244
 Éréthisme 144, 156
 Étranglements annulaires (des nerfs) 62, 75, 76, 84
 Exocytose/endocytose 286, 287, 290, 310, 313, 344

F

- Falck et Hillarp (méthode de) 401
 Fibre myélinique 52
 Figure myélinique 274-276
 Finalisme 298
 Fonctions du cerveau 7, 24, 25
Freeze-fracture 364

G

- Gaine des nerfs 54, 55, 270
 Ganglion rachidien 52, 188, 209, 211, 265, 266
 Ganglion de la base 140, 150, 152, 174, 236
 Gel lipoïde 30, 70, 274
 Gif-sur-Yvette 290, 296, 336, 350, 351, 366
 Glie 188, 265, 271, 272, 274, 304, 321, 371, 388, 398, 400-402, 408-410
 Golgi (méthode de) 12, 20, 36, 83, 85, 94, 138, 167, 172, 178-180, 187-189, 194, 202, 208-215, 218, 224, 256, 300, 341, 358, 361, 384-386, 467, 470, 492
 Grandes vésicules à cœur dense (GVD) 346, 361, 364, 405
 Greffes
 hétérogreffe 273
 hétéroplastique 274
 morte 268, 272, 274

H

- Hématoxyline 94, 189
 Histochimie 33-35, 85, 208, 286, 287, 290, 325, 326, 328, 333, 335, 337-339, 341, 343, 349, 361, 375, 376, 393, 454
 Histochimie enzymatique 33, 286, 287
 Histocytologie 265, 297, 299, 301, 306, 358, 396
 Histologie comparée 16, 29, 92, 265, 283, 301, 325
 Histologie expérimentale 11, 19, 64, 73, 74, 76

- Histophysiologie 10, 19, 23, 31, 67, 84, 212, 269, 306
- Hodologie 467, 468, 495, 501, 502
- Hôtel-Dieu 17, 182
- Hypnose, hypnotisme 169, 170, 173, 213, 243, 251
- Hypoglosse 103, 161, 180, 181, 183, 411
- Hypothèse vésiculaire 313, 314
- Hystérie 169-171, 202, 214, 220, 221, 235, 236, 243, 258
- I**
- Iconographie (photographique des centres nerveux) 124, 161, 162, 167
- Immunochimie
- Immunocytochimie 34, 37, 341, 342, 364, 404, 405, 414, 454
- Influx nerveux 13, 25, 27, 30, 68, 137, 140, 143, 156, 224, 226, 241, 245, 246
- Injection intravasculaire 49
- Inserm 376, 377, 454, 468, 469, 474, 477, 478, 483, 489
- Institut des neurosciences 39, 454, 469, 474
- Institut Marcy 464, 465, 466, 469
- Institut Rockefeller 35, 369, 387
- Interdisciplinarité 26, 27, 30, 31, 287
- J**
- Jonction gap 591, 592
- Jonction neuromusculaire 34, 283, 286, 287, 290, 300, 301, 306, 309, 312, 315, 320, 321, 331, 332, 338, 343-345, 347, 350, 352, 365, 366, 370
- K**
- Karnovsky et Roots (réaction de) 337-341
- L**
- Leçons de mardi (de Charcot) 241, 242
- Lésion
- organique 97, 133, 198
- primaire/primitive 246
- secondaire 235, 246
- Lipide 31, 274, 275
- Localisation (dans les maladies) 61, 74, 76, 106, 115, 122, 148, 150, 152, 192, 199, 201, 305, 308, 326, 329, 335-341, 344, 346, 350, 355, 377, 394, 397, 398, 404, 405, 414, 432, 495, 496
- Locus coeruleus*
- M**
- Maladie d'Alzheimer 34, 342
- Malaptérence 308, 326
- médiateur chimique 300, 458
- Mésaxone 359, 360, 410
- Méthode anatomo-clinique 10, 91-93, 96, 112, 115, 116, 142, 178, 221, 257, 259
- Microscopie électronique 15, 28, 31, 33-37, 55, 83, 268-270, 276, 277, 284-287, 290, 291, 293-295, 297, 304, 306, 308, 309, 313, 315, 319, 323, 326-328, 336, 338, 340, 341, 346, 350, 357-367, 370, 372, 375, 377, 386, 387, 389-392,

- 394, 398, 403, 406-408, 411, 412, 414, 474-477
- Microtome 18, 49, 92, 94, 163, 208, 264, 358, 386, 394, 464
- Mitochondrie 224, 268, 269, 276, 289, 303, 304, 307, 320, 324, 341
- Monoamine-oxydase (MAO) 328, 329
- Mormyridés 308, 326
- Morphogenèse 31, 275, 279, 322, 323, 404
- Moulage endocrânien 37, 458, 459, 461, 462
- Mouvement amiboïde (amœbien) 68, 226
- Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) 197, 376, 449, 454, 459, 461, 483
- Myéline 31, 51-55, 75, 76, 78, 79, 97, 100, 185, 186, 189, 199, 242, 248, 264, 269, 274, 276, 277, 281, 307, 326, 327, 359, 360, 374
- Myélocytes 50, 51
- N**
- Naturphilosophie* 8
- Néoneurologie comparée 38, 454, 462
- Néovitalisme 30, 65
- Néphrite 187, 193
- Neuroanatomic
comparée 460, 461, 463, 468, 498
évolutionniste 37, 38
quantitative 37, 38, 419, 422, 426, 428, 444
- Neurocytologie 28, 35, 263, 351, 379, 414, 476, 477
- Neurofibrilles 94, 223, 224, 246-248, 264, 265, 270, 288, 301, 327, 328, 358, 361, 384
- Neurofilament 35, 327, 361
- Neurohistocytologie 263
- Neurone 12, 13, 15, 28, 29, 35-37, 54-56, 67-69, 74, 78, 81-83, 92, 99, 116, 138, 140, 141, 143, 145, 154, 156, 160, 161, 167-169, 177, 179, 187, 188, 194, 200-202, 209, 210, 212-214, 222-227, 230, 231, 234, 239, 243, 245-249, 252, 263-265, 270, 299, 300, 328, 337-239, 340-342, 346, 347, 349, 358, 361, 364, 365, 367, 371, 377, 384-386, 388, 392, 395-405, 406-413, 415, 420, 444, 4449, 467, 468, 473, 491-493, 495-496, 502, 506
- Neuronisme 34
- Neuronophagie 28, 190, 228, 231, 233, 248, 253
- Neuropathologie 28, 89, 93, 116, 118, 121, 187, 219, 240, 257, 263, 265, 286, 300
- Neuropeptide 341, 347, 407, 495
- Neurophysiologie 12, 23, 32, 38, 68, 372, 374, 445, 446, 454, 463-465
- Neurosciences 12, 13, 15, 29-34, 36-39, 174, 193, 214, 267, 310, 351, 358, 377, 378, 380, 446, 453, 454, 463, 464, 468, 469, 472-474, 478, 480
- Neuroscience Research Program* 34
- Névraie 49, 52, 54, 140, 154, 427, 467, 487, 491, 495, 496, 506

- Névrogie 152, 180, 188, 189, 194, 230, 246, 253, 271, 272, 274, 385, 395
- Névrose 133, 142, 221
- Nissl
corps/corpuscule de 223, 224, 361
méthode de 188-190, 470
- Nœud de Ranvier 11, 75-77, 79, 82, 185, 206
- Noyau
de l'hypoglosse 161, 181, 183
sous-thalamique 136, 137, 142, 148, 149, 150-153
- O**
- Olive bulbaire 161
- Organe électrique 79, 308, 313, 325, 326, 330, 336, 394
- Organisation morpho-fonctionnelle 481, 487
- Ostéologie
- P**
- Pal (méthode de) 189
- Paléoneurologie 38, 454, 458-460, 462, 465
- Paliométrie 250
- Paralysie
agitante 97, 100, 115, 121, 123, 142, 143, 172, 173
labio-glosso-laryngée 102, 182
- Parkinson (maladie de) 115, 142, 144, 154, 152, 153, 175, 221, 233, 346
- Pathologie
cellulaire 65
comparée 96
expérimentale 66, 69, 96, 202, 239
- Photographic 26, 127, 138, 158, 160-162, 166, 167, 171, 173, 174, 293, 380, 460, 476
- Physiologie cellulaire 19, 23, 29, 59, 64-68, 74, 84
- Pithiatisme 221
- Plan général d'organisation (du système visuel primaire) 454
- Plaque motrice 25, 27, 63, 203, 205, 206, 207, 284, 288, 289, 299, 300-309, 316, 320-322, 330, 311, 347, 385, 393, 394
- Poids
encéphalique 421, 424, 436-439, 442, 443
somatique 421, 424, 436, 438, 439, 442, 444, 449
- Polynévrites 231, 235
- Première Guerre mondiale (Grande Guerre) 30, 218, 370
- Projection opto-thalamique 491
- Protoplasma 46, 51, 58
- R**
- Raie 79, 308, 325, 487, 488, 500
- RDA 488
- Réaction noire (*reazione nera*) 94, 138, 178
- Reeler* (souris mutante) 377, 378
- Régénération nerveuse 199
- Réseau périterminal 300
- Réticularisme 34, 78, 213, 370, 372
- Rhéobase 220, 327
- Rideau de fer 480
- Royaume-Uni 8, 9
- Russie 218, 256, 414, 453, 455, 480, 482, 483, 486

- S
- Salpêtrière (hôpital de la, hospice de la) 96, 127, 128, 286, 454, 478
- Saturnisme 185, 187, 277
- Schwann
 cellule de 36, 54, 55, 77, 78, 269, 322, 359, 360, 384, 385
 cytoplasme de, téloglie 302-304, 307, 309, 311, 322
 gaine de 185, 248, 269, 270, 301, 326, 413
 glie de (glie schwannienne) 188, 265, 271, 272, 274, 304, 321, 371, 388, 398, 400-402, 408-410
- Sclérose en plaques 21, 97-100, 118, 120, 123-125, 198, 199, 258
- Sclérose latérale amyotrophique 21, 25, 100, 102, 105, 106, 121, 179, 183, 184, 193, 194
- Seconde Guerre mondiale 8, 23, 30, 267, 279, 288, 301, 333, 334, 348, 379, 455
- Sensorium Commune* 154, 156, 159
- SII' cells (small intensely fluorescent cells)* 400
- Société anatomique 91, 118
- Société de biologie 16, 44, 58, 95, 102, 108, 110, 130, 131, 153, 199, 213
- Société de neurologie 178, 193, 218, 375
- Société médicale des hôpitaux 98, 99, 253
- Staggerer* (souris mutante) 377
- Striatum 131, 140, 141, 145, 155, 157, 499, 500, 503
- Style de recherche 9, 11, 83
- Substance noire 140, 141-143, 145, 340-342, 346
- Synapse électrique
- Synaptique (espace, fent, gouttière) 205, 289-291, 293, 300, 304, 306, 307, 309-315, 325, 336, 337, 342, 344, 346, 347, 362-366, 389, 391, 392, 396-400, 405, 407-413, 455, 477
- Syphilis
- Syringomyélie 21, 104-108, 120, 121, 220, 233, 235, 245
- Système T (des nerfs) 311, 312, 321
- Système visuel 38, 454, 455, 465, 468-470, 473, 475, 476, 478, 481, 482, 488-490, 494, 495, 497, 499, 504, 505, 507, 508
- Système visuel primaire (SVP) 454, 473, 489, 490, 497
- T
- Tabes dorsalis* 112, 133, 134, 172, 173
- Tago (méthode de) 340, 341, 349, 354
- Télocéphalisation 455, 482, 487, 497, 499, 500
- Téloglie (voir Schwann, cytoplasme de) 302-304, 307, 309, 311, 322
- Thalamus 131, 136, 137, 140, 145-148, 154-156, 490, 500, 502, 503, 505
- Théorie
 cellulaire 10-13, 15, 16, 23, 44-47, 56-59, 67, 72-74, 77, 93, 94, 137, 212
 de la polarisation dynamique du neurone 28
 du blastème 16, 59, 67

- du neurone 12, 15, 54, 56, 67, 78, 82, 83, 200, 201, 212, 213, 239, 264, 385
- histophysiologique du sommeil 13, 68
- protoplasmique 59
- quantique (libération de l'acétylcholine) 34, 313, 337, 344, 366
- Tissu conjonctif 31, 76, 78, 87, 187, 265, 266-268, 270, 271, 280, 316
- Torpille 79, 80, 286, 308, 313, 325, 394
- Tradition (de recherche) 9, 11, 13, 16, 24, 29, 31-33, 35, 38, 145, 202, 258, 267, 292, 300, 378, 460
- Traité 33, 47, 82, 134-137, 141, 142, 146, 148, 149, 151, 153, 157, 161, 186-188, 201, 210, 211, 220, 239, 270, 328, 449, 466
- Tranches (histologie) 44, 60, 139, 149, 374
- Transmission (synaptique) 25, 27, 30, 137, 203, 205-207, 246, 286, 290, 300, 304, 306, 309, 313, 315, 325, 331, 335, 347, 348, 350, 364, 365, 367, 375, 384, 393, 396, 400, 405, 407-409, 413
- Tremblements 97, 98, 100, 115, 119, 143-145, 234
- Trophicité (des nerfs) 243, 245
- Trophique (action, rôle, fonction des nerfs) 243, 265
- U**
- Ultramicroscope
- Université Pierre-et-Marie-Curie 29, 32, 350, 248, 276
- V**
- Variation négative 27, 204, 206, 207
- Vert de Janus 288, 289, 303-306, 309, 365
- Vésicule synaptique 290, 313, 347
- Vie
- animale 47, 48, 445
- organique 48
- Vitalisme 74, 265, 267, 298
- Voie colloïdale 19, 76
- Volume cérébral 420, 421, 434
- Volumétrie cérébrale 428, 429, 436, 439
- W**
- Warburg (méthode de) 394
- Weaver (souris mutante) 377
- Weigert (méthode de) 189, 218, 242, 264, 467
- Z**
- Zone active (concept de) (*active zone*) 15, 33, 286, 291-294, 310, 311, 313, 314, 345, 354, 388, 399

Index nominum

A

- Achard, Charles 105, 255, 257
Adrian, Edgar 288
Albe-Fessard, Denise 335, 464
Andral, Gabriel 105, 119
André, Barets 15, 18, 23, 24, 36, 108, 117, 127, 193, 202, 211, 239, 295, 380, 414, 453
Angaut, Pierre 376, 467
Anthony, Jean 444, 446, 449, 460, 461, 464, 465, 479, 497, 499, 506
Anthony, Raoul 419, 422, 441-444, 460
Antipa, Grigore 250
Aran, François 101, 105, 106, 119, 120
Arène, Paul 193
Assaky, Georges 241
Axelrod, Julius 397, 415
Azoulay, Léon 174, 202, 211, 212, 236, 279
- ## B
- Babès, Victor 217, 227, 234, 239-245, 247, 250, 252, 254 259
Babinski, Joseph 10, 21, 25, 26, 29, 90-92, 118, 119, 123, 124, 193, 199, 202, 217, 220, 257, 258, 264, 274, 279
Baillarger, Jules 128, 171
Baillièrè, Jean-Baptiste 24, 25, 69, 70, 84, 85, 88, 121-123, 136, 162, 172-174, 194, 448, 450, 508
Balbiani, Édouard-Gérard 208
Ballet, Gilbert 91, 255, 257, 259
Barr, Murray Llewellyn 233
Barré, Jean-Alexandre 232, 233
Barth, Jean Baptiste 162
Benhabid, Alim Louis 153
Bennett, Henry Stanley 290, 319, 399
Bernard, Claude 8-11, 16-21, 23-27, 29, 31, 32, 35, 46, 59, 60-70, 72-76, 79, 84, 85, 92, 95, 127, 128, 170, 171, 174, 199, 203-208, 214, 267, 269, 280, 284, 285, 292
Bernhard, Wilhelm 36, 358, 366, 386, 387
Bert, Paul 64, 67, 199, 207, 267, 268
Bessis, Marcel 35, 357, 366
Besson, Marie-Jo 474
Bichat, Xavier 10, 22, 23, 43-48, 56, 57, 63, 69, 71, 73, 84, 85, 93, 130
Blainville, Henri-Marie Ducrotay de 10, 23, 24, 45, 71, 269, 430, 460
Bloch, Suzanna 469
Blocq, Paul-Oscar 115, 119, 219, 221, 227, 228, 234, 242, 255, 259
Bocke, Jan 289, 300, 301, 304, 385
Bois-Reymond, Émile du 204, 218
Boll, Franz Christian 80
Bonnier, Gaston 64
Bouchard, Charles 20, 21, 89, 97, 108, 110, 111, 116, 119, 120, 133, 172

- Bouchaud, Claude 36, 285, 286, 295, 328, 330
 Bouin, Pol 35, 94, 369
 Bourdon, Hippolyte 132, 133, 134, 171
 Bourguignon, Georges 220, 232, 234
 Bourneville, Désiré-Magloire 97-100, 117, 119, 120, 167, 171
 Breton-Gorius, Janine 357, 366
 Brissaud, Édouard 21, 90, 91, 105, 115-117, 120, 124, 144, 221, 234, 255, 257
 Brisseau de Mirbel, Charles François 44
 Broca, Paul 18, 71, 72, 94, 124, 192, 419, 429, 434, 435, 447
 Brouillet, André 193
 Broussais, François 45, 108
 Brown-Séguard, Charles 95, 199, 203, 204
 Bruhl, Isidore 106, 107, 120
 Buffon, Georges-Louis Leclerc de 460, 489
 Burdach, Karl Friedrich 145, 146, 150, 171
 Buser, Pierre 39
 Buvat, Marcel 35, 366
- C**
- Cade, Denise 336, 352
 Calas, André 15, 295, 380, 414
 Calmeil, Louis-Florentin 108
 Canguilhem, Georges 26, 59, 65, 70, 71, 73, 74, 85, 130, 166, 171
 Cantacuzène, Jean 221, 234, 239
 Carasso, Nina 295, 328, 331, 366
 Champy, Christian 35, 369, 370, 372
 Changeux, Jean-Pierre 34, 36, 335, 338, 352, 377, 378, 474
 Charcot, Jean-Baptiste 105, 218
 Charcot, Jean-Martin 10, 14-, 18, 20, 21, 23, 25, 26, 89-91, 94-108, 110-121, 124, 125, 127, 128, 133, 142, 144, 145, 169, 172, 174, 177-180, 182-185, 187, 190-193, 197-202, 213, 217, 218, 221, 222, 227, 234, 235, 240-245, 249, 254-260
 Charpy, Adrien 212
 Cohnheim, Julius 80, 81
 Comte, Auguste 10, 23, 24, 45, 69, 71, 130
 Conil, Cyprien 202, 211, 214
 Cornil, Victor 18, 20, 21, 25, 72, 73, 85, 89-91, 105, 118, 121, 122, 177, 187, 193, 194, 239, 264
 Coste, Victor 79
 Cotard, Jules 110, 124
 Cousteaux, René 15, 29, 32-38, 279, 280, 283-310, 313-317, 319-332, 335, 337, 338, 344, 345, 351-355, 357, 358, 365-367, 370-373, 375-378, 383, 384, 386, 393, 394
 Crépel, Francis 36, 375, 377
 Critzman, Daniel 105, 121
 Croissant, Odile 357, 366
 Cruveilhier, Jean 90, 91, 93, 95, 96, 99, 101, 102, 110, 121, 131, 133
 Curie, Pierre 29, 32, 284, 297, 350, 370, 508
 Cuvier, Georges 29, 33, 37, 284, 285, 287, 370, 372, 375, 419, 421-426, 429, 446-448, 450, 458, 459, 460

D

Dale, Henry 284, 288, 306
Darwin, Charles 46, 243
Dastre, Albert 23, 29, 65, 68
Debove, Georges Maurice 20, 21,
72, 89, 92, 105, 106, 121, 178,
185, 193
Dechaseaux, Colette 454, 459
Deiters, Otto 51, 57, 85, 140, 141,
172, 178, 209
Dejerine, Jules 10, 21, 25, 26, 78,
91, 106, 107, 116, 117, 121, 166,
172, 199-202, 211, 212, 214
Delay, Jean-Pierre 280
Denizot, Jean-Pierre 350
Devillers, Charles 285, 454-457
Dieulafoy, Georges 105
D'Oger de Spéville, Georges Charles
105, 123
Donné, Alfred 9, 16-18, 71, 72, 85,
89, 198
Draganesco, Strate 219, 222, 235
Droz, Bernard 377, 398
Duchenne, Guillaume 100-102, 105,
106, 119-121, 132, 133, 160,
161, 167, 172, 179, 182, 257
Dupuytren, Guillaume 18, 93, 178
Durand, Casimir 112, 121
Dussardier, Michel 320
Duval, Mathias 13, 16-18, 22, 23,
65, 67, 70, 85, 90, 202, 209, 211,
212, 214, 226, 370

E

Eccles, John 291, 292, 294, 296,
336, 353
Edinger, Ludwig 148, 211, 458,
463, 497

Edinger, Tilly 454, 458, 459, 462,
506

Ehrlich, Paul 94, 242, 255
Esquirol, Étienne Dominique 128
Exner, Sigmund 13

F

Fardeau, Michel 36, 117, 286, 295,
296
Favard, Pierre 285, 295, 328, 331,
366, 367
Felix, Jacob 240
Féré, Charles 91
Ferrier, David 25, 157, 172, 218, 256
Fessard, Alfred Schmitt, Francis Otto
68, 335, 369, 464, 466
Flourens, Pierre 18, 45, 85, 96, 113,
197, 207, 243
Foerster, Otfried 222, 235, 237
Foix, Charles 117, 122, 177, 220,
422
Follin, Eugène-François 18, 71
Fontana, Felice 203, 204
Forel, Auguste Henri 78, 148-151,
172, 218, 256
Foster, Michael 8
Foucault, Léon 17, 72, 85
Foville, Achille 128
François-Franck, Charles 113
Franz, Leydig 10, 22, 24, 62, 80,
188, 224, 425
Freud, Sigmund 13
Frey, Heinrich 80, 85, 208
Friedenwald, Jonas Stein 305, 308,
331, 336-340, 353, 393, 414
Fritsch, Gustav 113, 157, 172

G

Galien, Claude 155
 Galifret, Yves 5, 15, 38, 453, 454, 465, 466, 468-470, 472-474, 481, 482, 489, 494, 507
 Gall, Franz-Joseph 10, 24, 425, 426, 432, 448, 450
 Garcin, Raymond 286, 288, 377
 Gasser, Herbert 30, 68, 192, 194, 359
 Gassicourt, Ernest Cadet de 170
 Gaudry, Albert 458
 Gauthier, Alain 366
 Gautron, Jean 36, 286, 295, 326, 328, 330
 Gehuchten, Arthur Van 82, 88, 211, 215, 218, 224, 232, 237, 256
 Gentshev, Tencho 376, 378
 Geoffroy Saint-Hilaire, Étienne 46
 Gerlach, Joseph von 22, 80, 137, 138, 177, 178, 188
 Glowinski, Jacques 377
 Goldstein, Kurt 219, 222, 235, 247, 250
 Golgi, Camillo 12, 20, 36, 83, 85, 94, 138, 167, 172, 178-180, 187-189, 194, 202, 208-215, 218, 224, 256, 300, 341, 358, 361, 384-386, 467, 470, 492
 Gombault, Albert 15, 20, 21, 23, 25, 89, 91, 92, 103, 116, 121, 177-194, 201, 214, 263, 277, 279
 Gould, Stephen Jay 429, 434, 436, 448
 Gowers, William 105, 218, 256
 Grancher, Jacques-Joseph 72
 Grassé, Pierre-Paul 35, 285, 366, 367, 446, 450, 461, 506

Gratiolet, Louis Pierre 419, 422, 429, 433-435, 446-450, 460
 Greven, Kurt 333, 348
 Gruby, David 18, 71
 Gruner, Jean-Emmanuel 376
 Gudden, Aloys von 94
 Guérard, Léon 100, 120
 Guillain, Georges 89
 Gull, William 105, 121

H

Haguenau, Françoise 15, 358, 366
 Hallopeau, Henri 106, 122
 Hannover, Adolph 139, 173
 Hanot, Victor 178, 191, 194
 Henle, Friedrich Gustav Jakob 22, 62, 148, 208, 302, 388
 Herbert, L. Koenig 30, 36, 68, 295, 359
 His, Wilhelm 54, 78, 82, 226, 227
 Hitzig, Eduard 113, 157, 172, 218, 256
 Hodgkin, Alan 12, 374
 Hooke, Robert 44, 129, 130

I

Ionesco-Sisesti, Nicolae 219
 Israël, Maurice 286, 288, 313, 351
 Istrati, Constantin 240, 244

J

James, William 13, 115, 309
 Janet, Paul 258, 284, 370
 Janssen, Jules 162
 Jassik-Gerschenfeld, Dora 469

- Joffroy, Alix 20, 21, 89, 101-107,
116, 122, 124, 179, 180, 182,
185, 193, 257
Jolly, Justin 63, 72-75, 85, 269
Jumentié, Joseph 117, 122
- K**
- Kandel, Éric 32
Katz, Bernard 286, 287, 290, 296,
313, 331, 366, 367
Klumpke-Dejerine, Augusta 21, 117,
211, 212
Koelle, George 305, 308, 315, 331,
336-340, 353, 355, 365, 386,
393, 394, 414
Koenig, Jeannine, L. Herbert 36, 295
Köhler, Hermann 105, 122
Kreindler, Arthur 219, 220, 233,
235, 236, 252, 253
Kuffler, Steve 32, 293, 296, 364,
405, 414
Kühne, Willy 205, 309, 310, 313,
314
Küss, Émile 16
- L**
- Laënnec, René Théophile 92
Lallemand, Claude François 108,
123, 128, 129
Lamarck, Jean-Baptiste de 46
Lamy, Henri 107, 108, 122
Lancereaux, Étienne 106, 122
Lapicque, Louis 23, 29, 30, 38,
68, 327, 370, 419, 422, 424,
435-441, 447, 449
Laplace, Pierre-Simon de 269
Laporte, Yves 375
Lascar, Gérard 405, 407
Lasègue, Charles 131
Lebert, Hermann 18, 71
Leduc, Stéphane 31, 275, 280
Lépine, Pierre 35, 226, 357, 366
Lépine, Rafaël 115, 122
Lereboullet, Dominique Auguste 16
Letulle, Maurice 90
Leuret, François 38, 429-433, 449
Léveillé, Jean-Baptiste 135
Leydig, Franz von 22, 62, 80
Lichtheim, Ludwig 192
Llinás, Rodolfo 36, 375, 376, 378
Lombroso, Cesare 8, 218, 247, 256
Londe, Albert 167
Longet, François Achille 136
López, García Leopoldo 19, 20,
207, 210
Lorente 13, 374, 375
Lorente de Nó, Rafael 13, 374, 375
Luys, Jules Bernard, Georges 18,
23-25, 83, 102, 122, 127-174
- M**
- Maestre de San Juan, Aureliano 19,
207
Magendie, François 8, 9, 17-19, 45,
48, 57, 59-62, 70, 84, 203, 269
Malassez, Louis 72, 85, 189
Mallet, Jacques 36, 178, 377
Mandl, Louis 18, 71
Marcé, Louis Victor 128, 131
Marchais, Georges 480
Mariani, Jean 36, 369, 377, 378
Marie, Pierre 10, 21, 23, 29, 32, 89,
90, 92, 103, 105, 116, 117, 121,
122, 202, 212, 217, 219, 227,
234, 236, 242, 244, 245, 250,
251, 253, 255-259, 269, 297,
303, 350, 461, 469, 474, 508

- Marinesco, Georges 21, 27, 28, 115, 116, 119, 144, 200, 217-237, 239-255
- Massoulié, Jean 34, 335, 355
- Meige, Henri 120, 219, 234, 257
- Merkel, Friedrich Sigmund 80
- Meynert, Theodor 83, 148, 189
- Miceli, Dom 455, 473, 489
- Michaud, Jules-Aimé 104, 122
- Mikoshiba, Katsuhiko 36, 377, 378
- Minea, Jon 219, 250, 254
- Minkowski, Alexandre 376
- Mira, Jean-Claude 36, 295, 321, 322, 331
- Molgo, Jordi 351
- Monakow, Constantin von 218, 256
- Mondor, Henri 280
- Moore, Joseph Waldron 228, 236
- Morgagni, Giovanni Battista 198
- Morvan, Augustin 105, 120, 123, 244
- Mosny, Ernest 179, 194
- Müller, Johannes 8, 236
- N**
- Nachmansohn, David 283, 284, 287, 288, 296, 306, 308, 331
- Nagcotte, Jean 21, 29, 30-33, 38, 65, 70, 91, 92, 116, 119, 123, 202, 212, 263-280, 283, 288, 289, 292, 298-300, 326, 359, 360, 367, 369, 371
- Nauta, Wallc J. H. 38, 467, 468, 470
- Neylies, Jean 246
- Nicolesco, Jean 220, 221, 236
- Nissl, Franz 94, 188-190, 223, 224, 230, 231, 242, 245, 246, 248, 361, 467, 470
- Noguchi, Hideyo 228, 236, 250
- O**
- Oberling, Charles 35, 358, 366, 369, 370, 386
- Ollivier d'Angers, Charles Prosper 104, 105, 123
- Oppenheim, Hermann 101, 218, 256
- Orbeli, Léon 407, 480, 486, 487
- Ordenstein, Léopold 100, 122, 123
- Orfila, Mateu 17, 18, 178
- Otto, Funke 51, 140, 178, 204, 209, 288
- P**
- Palade, George Emil 290, 309
- Palay, Sanford L. 35, 36, 290, 291, 309, 310, 357, 362, 366, 367, 375, 378, 401, 474, 475
- Papadato d'Odessa, Léon 106
- Parat, Maurice 301
- Parhon, Constantin 219, 247, 259
- Parkinson, James 115, 142, 144, 145, 152, 153, 171, 174, 175, 221, 233, 346, 352
- Pârvan, Vasile 250
- Pavlov, Ivan P. 220, 233, 252, 480, 486, 487
- Pécot-Dechavassine, Monique 36, 286, 287, 293, 295, 309, 310, 313-315, 317, 331, 332, 344, 352, 366, 367
- Penfield, Wilder 270, 280
- Percheron, Gérard 140, 174, 175, 220, 236
- Perrin, Francis 36, 386
- Philippe, Claude 25, 178, 187, 190, 192, 194

- Pierre, Laurent 7, 18, 21, 29, 32, 34-36, 45, 89, 90, 92, 94-96, 103, 113, 116, 117, 123, 197, 202, 217, 219, 227, 242, 244, 245, 250, 251, 255-259, 269, 280, 284, 285, 295, 297, 335, 350, 357, 366, 367, 370, 376, 377, 419, 429, 447-450, 467, 469, 474, 508
- Pierret, Antoine-Auguste 21, 112, 116, 123
- Piorry, Pierre 96
- Pitres, Albert 21, 113, 114, 116, 121, 123, 178, 257
- Prenant, Marcel 32, 35, 283-285, 287, 298, 299, 301, 369, 370, 372, 374, 383
- Prévost, Jean-Louis 110, 124
- Purkinjc, Jan Evangelista 85, 178, 210, 449
- R**
- Rabaud, Étienne 32, 283, 298, 299, 301
- Radovici, Anghel 219, 220, 236, 250, 253
- Rainer, Francisc 239
- Ramón y Cajal, Santiago 13, 24, 25, 27, 33, 36, 54, 56, 57, 62, 78, 82, 83, 86, 138, 167, 174, 179, 194, 202, 207, 209, 214, 218, 222-224, 226, 232, 236, 240, 242, 243, 245, 249, 250, 252, 256, 264, 269, 288, 299, 300, 304, 371, 372, 415, 463, 494, 507
- Ranvier, Louis 9, 10, 11, 14-23, 25, 26, 29, 31-33, 36, 38, 46, 55, 57, 59, 61-65, 67, 69, 71-86, 89-92, 94-96, 113, 118, 119, 121, 124, 138, 171, 185-187, 189, 194, 198, 199, 206, 208-214, 222, 264, 265, 267, 269, 270, 281, 283, 292, 297, 299, 300, 302, 317, 360, 369
- Raspail, François-Vincent 44, 285
- Rayer, Pierre 18, 21, 94, 95, 96, 100, 123, 124
- Raymond, Fulgence 91, 92, 95, 116, 124, 200, 201, 217, 243-245, 255, 257, 263, 286, 288, 377
- Reger, James Philip 309
- Renaut, Joseph-Louis 72, 284, 296
- Repérant, Jacques 38, 39, 376, 453, 454, 455, 485, 508
- Retterer, Edmond 211
- Ribadeau 232, 236
- Ribadeau Dumas, Louis 232, 236
- Rio, Jean-Paul 469, 476
- Robertis, Eduardo de 290-292, 296, 399, 474
- Robertson, J. David 290, 309
- Robin, Charles-Philippe 15-19, 21-24, 42-57, 66, 67, 70-73, 79, 86, 88-90, 94, 95, 129, 130, 137, 163, 208, 295, 330
- Rochoux, Jean-André 108
- Rostan, Léon 108, 124
- Rouget, Charles 61, 205
- Roussy, Gustave 90, 96, 117, 121, 124, 252, 358, 366
- Rustioni, Aldo 376
- S**
- Sager, Oscar 219, 235, 236
- Schiff, Ugo 19, 75, 256
- Schleiden, Mathias Jakob 44, 93, 94, 137

- Schmitt, Francis O. 30, 31, 267, 507
 Schültze, Max 60
 Schützenberger, Paul 16
 Schwann, Theodor 36, 45, 54, 55, 57, 77, 78, 93, 94, 137, 185, 199, 248, 269, 270, 281, 301, 307, 309, 322, 326, 359, 360, 384, 385, 389, 413
 Sedgwick Minot, Charles 94
 Sédillot, Charles 166
 Selansky, Mike 36, 377
 Semelaigne, René 127, 129, 174
 Sérieux, Paul 244, 259
 Serres, Antoine Étienne Renaud Augustin 155, 419, 422, 425-429, 450, 460, 497, 498, 508
 Sherrington, Charles 27, 213, 220, 235, 288, 296, 334
 Siedentopf, Henry 248
 Simarro Lacabra, Luis 19, 20, 85, 138, 172, 210, 214
 Sjögren, Karl Gustaf Torsten 222, 233, 234, 236
 Sœmmering, Samuel Thomas von 141-143, 175, 423, 424, 450
 Sotelo, Constantino 12, 15, 34-36, 38, 39, 293, 295, 321, 351, 369-378, 399, 403, 415, 454, 468, 469, 475, 476, 478, 480, 482
 Soulier, Henri 110, 124
 Souques, Achille 219, 255, 257
 Sourdille, Gabriel 280
 Soury, Jules 25, 212, 214, 243, 250
 Sténon, Nicolas 137, 175
 Stöhr Jr., Philipp 300, 370, 372
 Szabo, Thomas 295, 326, 467
- T**
 Tauc, Ladislav 34, 336, 354
 Taxi, Jacques 15, 29-37, 39, 92, 263, 284, 285, 287, 290-293, 297, 299, 305, 308, 325, 331, 332, 335, 337, 338, 345, 351, 353, 357, 359, 366, 367, 370, 375-380, 383, 396, 415, 474
 Tello Muñoz, Jorge Francisco 78
 Thiery, Jean-Paul 366
 Thireau, Michel 38, 419, 428, 429, 444, 445, 451
 Thomas, André 117, 121, 141, 202, 211, 215, 295, 467
 Tixier-Vidal, Andrée 15, 18, 39, 43, 45, 46, 56, 58
 Tours, Jacques Joseph Moreau de 128, 241
 Trétiakoff, Constantin 116, 144, 145, 175, 221
 Tsuji, Shigeru, Thérèse 5, 15, 32, 34, 35, 283, 287-295, 305, 315, 332-356
 Turpin, Jean-François 44
- U**
 Ugrumov, Mikhail 15, 414
- V**
 Van Kempen, Étienne-Michel 208
 Van Leeuwenhock, Anton 129, 130
 Verne, Jean 36, 371, 372, 375, 376
 Verneuil, Aristide 18, 72
 Vesselkin, Nicolas Petrovitch 455, 481, 482, 486-488, 500, 508
 Vicq d'Azyr, Félix 10, 142, 145, 146, 174, 175, 460

Vincent, Clovis 44, 118, 280, 303,
369

Virchow, Rudolf 10, 45, 47, 56,
64, 67, 72, 73, 79, 88, 92-95,
101, 108, 130, 137, 140, 255,
257, 274

Vogt, Oscar 8

Voisin, Auguste 128, 131, 174

W

Waldeyer-Hartz, Wilhem von 94,
179, 194, 218

Waller, Augustus Volney 11, 14, 26,
66, 198, 199, 201, 203

Wallon, Henri 280

Wegmann, Raymond

Weigert, Karl 189, 218, 242, 264,
467

Wernicke, Carl 192, 218, 256

Woodbury, Walter Bentley 164

Wurmser, René 283, 369

Z

Zsigmondy, Richard Adolf 248

Les auteurs

PHILIPPE ANGLADE

Neuroscientifique, collaborateur de Yamina Larabi-Godinot au Muséum national d'histoire naturelle.

JEAN-GAËL BARBARA

Neurobiologiste et historien des sciences au CNRS, laboratoire Neurosciences Paris Seine de l'université Pierre-et-Marie-Curie et laboratoire Sphère (Sciences, Philosophie, Épistémologie) de l'université Paris-Diderot.

MARTIN CATALA

Professeur à l'université Pierre-et-Marie-Curie, praticien hospitalier au groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, Paris.

FRANÇOIS CLARAC

Directeur de recherche émérite au CNRS, Institut des neurosciences de la Timone, campus Santé-Timone, Marseille.

YAMINA LARABI-GODINOT

Neuroscientifique et ingénieur de recherche au Muséum national d'histoire naturelle.

ALEXANDRU MARINESCU

Biologiste, membre du comité d'histoire et de philosophie des sciences de l'Académie roumaine.

MATEI MARINESCU

Psychiatre, CHS Georges Mazurelle, 85000 La Roche-sur-Yon, CHU Bichat-Claude Bernard, Paris.

ANDRÉ PARENT

Neurobiologiste, directeur scientifique du Centre thématique de recherche en neurosciences de l'université Laval, Québec (Canada).

Table des matières

| | |
|---|---|
| Introduction par <i>Jean-Gaël Barbara et François Clarac</i> | 7 |
|---|---|

1. L'ANATOMIE MICROSCOPIQUE ET LES SCIENCES DU SYSTÈME NERVEUX AU XIX^e SIÈCLE

| | |
|---|-----|
| I. Charles-Philippe Robin et ses recherches sur la structure des nerfs par <i>Andrée Tixier-Vidal</i> | 43 |
| II. Claude Bernard et le microscope par <i>Jean-Gaël Barbara</i> | 59 |
| III. Louis Ranvier, l'anatomie générale microscopique et ses recherches sur les cellules nerveuses par <i>Jean-Gaël Barbara</i> | 71 |
| IV. L'essor de la neuropathologie au service de la clinique à la Salpêtrière (1862-1923) par <i>Olivier Walusinski et Jacques Poirier</i> | 89 |
| V. Jules Bernard Luys, de l'analyse factuelle à une vision systémique de l'axe cérébro-spinal par <i>André Parent</i> | 127 |
| VI. Albert Gombault, l'histologiste de Charcot par <i>François Clarac</i> | 177 |

2. LES SCIENCES ANATOMIQUES DU SYSTÈME NERVEUX AU TOURNANT DU XX^e SIÈCLE

| | |
|--|-----|
| I. Des premiers travaux histologiques de l'école de la Salpêtrière aux nouvelles études anatomiques du tournant du xx ^e siècle par <i>Jean-Gaël Barbara</i> | 197 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| II. Georges Marinesco neurologue, neurohistologiste et neuropathologiste par <i>Jacques Poirier et Martin Catala</i> | 217 |
| III. Georges Marinesco et la théorie du neurone, les Balkans et le microscope par <i>Alexandru Marinescu et Matei Marinescu</i> | 239 |

3. NOUVEAUX OUTILS, NOUVELLES ÉTUDES MORPHOLOGIQUES AU XX^e SIÈCLE

| | |
|---|-----|
| I. L'œuvre scientifique de Jean Nageotte par <i>Jacques Taxi</i> | 263 |
| II. René Couteaux et l'étude de la synapse par <i>Shigeru Tsuji et Jean-Gaël Barbara</i> | 283 |
| III. L'œuvre scientifique de René Couteaux par <i>Jacques Taxi</i> | 297 |
| IV. Shigeru Tsuji, maître d'œuvre dans l'histochimie de la synapse cholinergique par <i>Philippe Anglade et Yamina Larabi-Godinot</i> | 333 |
| V. L'apport de la microscopie électronique à la neuroanatomie par <i>Jacques Taxi et Jean-Gaël Barbara</i> | 357 |
| VI. Constantino Sotelo à l'école de l'histologie parisienne par <i>Jean-Gaël Barbara</i> | 369 |
| VII. Un parcours de neurocytologie fonctionnelle par <i>Jacques Taxi</i> | 379 |

4. NEUROANATOMIE QUANTITATIVE, COMPARÉE ET ÉVOLUTIVE

| | |
|--|-----|
| I. La neuroanatomie et la question des volumes cérébraux (1800-1950) par <i>Michel Thireau</i> | 419 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| II. D'un cerveau à l'autre : carnets de voyages et digressions par <i>Jacques Repérant</i> | 453 |
| Index rerum | 509 |
| Index nominum | 517 |
| Les auteurs | 527 |

Dans la même collection

- AÏM Roger, *Filippo Brunelleschi*, 2010.
- ARQUIOLA Elvira et MONTIEL Luis, *La médecine en révolution*, Préface de Claude Debru, 2012.
- AUVINET Jérôme, *Charles-Ange Laisant*, 2013.
- BARBARA Jean-Gaël et CORVOI Pierre (dir.), *Les élèves de Claude Bernard*, 2012.
- BARBARA Jean-Gaël, DUPONT Jean-Claude et SIROTKINA Irina (dir.), *History of the neurosciences in France and Russia*, 2011.
- BOU'TROUX Aline, *Vingt ans de ma vie, simple vérité*, Préface et édition par Laurent Rollet, 2012.
- BRET Patrice et VAN 'TIGGELEN Brigitte (dir.), *Madame d'Arconville*, Préface d'Élisabeth Badinter, 2011.
- BREZINSKI Claude, *Ampère, Arago et Fresnel*, 2008.
- CARTON Yves, *Entomologie, Darwin et darwinisme*, Préface du P^r P. Blandin, 2011.
- *Henry de Varigny*, Préface du P^r C. Combes, 2008.
- CHERICI Céline, *Anatomophysiologie du cerveau et du cervelet chez Vincenzo Malacarne (1744-1816)*, 2016.
- CROMMELYNCK Isabelle, *Petit dictionnaire de la médecine au théâtre*, Préface de Jacques Poirier, 2016.
- DADOUNE Jean-Pierre, *Histoire ordinaire et extraordinaire des cellules sexuelles*, 2011.
- D'ENFERT Renaud, *Espaces de l'enseignement scientifique et technique*, 2011.
- DESCOLONGES Michèle, *Des travailleurs à protéger*, (Adapt éd.), 2011.
- DHOMBRES Jean (dir.), *Pierre Simon de Laplace*, 2012.
- DROIXHE Daniel, *Soigner le cancer au XVIII^e siècle*, 2015.
- DRULHON Jimmy, *Jean-Baptiste Dumas (1800-1884)*, 2011.
- *Louis Pasteur*, 2009.
- DUPONT Jean-Claude, *L'invention du médicament*, (Adapt éd.), 2013.
- DUPONT Jean-Claude et CHERICI Céline (dir.), *L'exploration cérébrale*, 2015.
- DUPONT Jean-Claude, BARBARA Jean-Gaël, KOŁCHINSKY Eduard et LOSKUTOVA Marina (dir.), *Biologie et médecine en France et en Russie. Biology and medicine in France and Russia*, 2016.

- EHRHARDT Carolinc, *Itinéraire d'un texte mathématique*, Préface d'Hélène Gispert, 2012.
- GÉRINI Christian, *Henri Poincaré, « Ce que disent les choses »*, 2010.
- GHESQUIER-POURCIN Danièle, *Itinéraire des idées*, Préface de Jean Gayon, 2011.
- GIRARD Daniel (dir.), *Biologistes et des naturalistes français du xx^e siècle*, Préface de François Gros, 2012.
- LOCHAK Georges, *Voyage au centre de la science au xx^e siècle*, 2008.
- LOI Maurice (dir.), *Mathématiques et Art*, 1995.
- MAITTE Bernard, *Histoire des cristaux*, (Adapt éd.), 2012.
- MAZLIAK Paul, *Félix Vicq d'Azyr, créateur révolutionnaire de l'anatomie comparée*, (Adapt éd.), 2017.
- *Jean Fernel, premier physiologiste de la Renaissance*, (Adapt éd.), 2016.
- *François Magendie, bouillant créateur de la physiologie expérimentale au XIX^e siècle*, (Adapt éd.), 2014.
- *William Harvey, la circulation du sang et l'épigenèse des embryons*, (Adapt éd.), 2013.
- MOISSINAC Christine, *Émile Duclaux*, Préface de Patrice Bret, 2015.
- NORTH Pierre, *Dialogue sur les deux grands systèmes des mondes*, 2010.
- SANCIEZ-PALENCIA Évariste, *Promenade dialectique dans les sciences*, 2012.
- PÉPIN François (dir.), *La circulation entre les savoirs au siècle des Lumières*, Préface de Didier Deleule, 2011.
- PERBAL Florencce, *Une brève histoire de la génétique humaine*, (Adapt éd.), 2014.
- PIGEARD-MICAULT Natalie, *Charles-Adolphe Wurtz*, Préface de Bernadette Bensaude-Vincent, (Adapt éd.), 2011.
- POIRIER Jacques, *Léopold Chauveau (1870-1940)*, 2016.
- *Le docteur Félix Féréol (1825-1891)*, 2015.
- *Henri Parinaud (1844-1905)*, 2014.
- *L'Externat des hôpitaux de Paris (1802-1968)*, 2012.
- *Petit dictionnaire du charlatanisme médical*, 2011.
- *Édouard Brissaud*, Préface du P^r Jean Cambier, 2010.
- POIRIER Jacques et DEROUESNÉ Christian, *L'éducation médicale en France, de la Révolution à nos jours*, 2017.
- POIRIER Jean-Paul, *Fernand de Montessus de Ballore (1851-1923)*, 2015.
- *Antoine d'Abbadie*, Préface de Jean Dercourt, 2009.
- *L'abbé Bertholon*, 2008.

QUÉRUEL Alain, *Antoine de Fourcroy*, 2009.

TARTAGLIA Niccolò, *Mathématicien autodidacte de la Renaissance italienne*,
éd. Gérard Hamon et Lucette Degryse, 2010.