

Histoire des Neurosciences

L'œuvre scientifique de Jean Nageotte*

| PAR JACQUES TAXI, JEAN-GAËL BARBARA



*Cet article est une version courte d'un travail plus long de J. Taxi qui apparaîtra en 2014 dans l'ouvrage, *Le Cerveau au Microscope, la Neuroanatomie française aux XIX^e et XX^e siècles*, Jean-Gaël Barbara & François Clarac, éd., Paris, Hermann, 2014.

Jean, Nicolas, Denis, Eugène Nageotte est né à Dijon en 1866 et il est 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 » et 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 neurohistologie et neurocytologie et enfin la période consacrée à la biophysique et la cristallographie.

L'expérience de la neuropathologie

Il fut d'abord l'élève du neuropathologiste Albert Gombault (1844-1904) et du professeur Fulgence Raymond (1844-1910), sous la direction desquels il fit sa thèse de médecine, intitulée « Tabes et paralysie générale » (1893)¹ dans laquelle Nageotte 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 radulaire », que d'autres auteurs ont pérennisé comme « nerf radulaire de Nageotte ». Cette découverte fut longtemps controversée avant de s'imposer définitivement.

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 décrit 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 trois cent dix-neuf pages, en collaboration avec le Dr 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 montra 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

... « Il a laissé son nom à la « cellule de Nageotte » pour le comptage des leucocytes du liquide céphalo-rachidien »...

pour l'histologie. Il a décrit une méthode de coloration de la myéline par l'hémalum de Mayer sur coupes à congélation. Enfin, il a laissé son nom à la « cellule de Nageotte » pour le comptage des leucocytes du liquide céphalo-rachidien.

¹Le Tabes est une dégénérescence des cordons postérieurs de la moelle épinière observée dans la syphilis. Le mot latin *tabes* signifie *décomposition, atrophie*

Les études d'histologie du système nerveux : l'histocytologie normale et ses techniques

La première manifestation de son intérêt pour la neurohistocytologie normale est la parution d'un opuscule intitulé *La structure fine du système nerveux*, initialement destiné à la Revue des Idées, revue rationaliste, mais dont la parution avait été interrompue à ce moment-là.

Ses recherches sur le nerf radicaire l'avaient amené à s'intéresser aux ganglions rachidiens et c'est par un travail sur ces ganglions qu'il réalise la transition entre la neuropathologie et l'histocytologie expérimentale (Figure 1). En effet, ayant observé certaines modifications des neurones de ces ganglions chez les malades du tabes, il retrouve des modifications analogues lorsqu'il greffe des ganglions de lapin dans le parenchyme de l'oreille.

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'anato-*

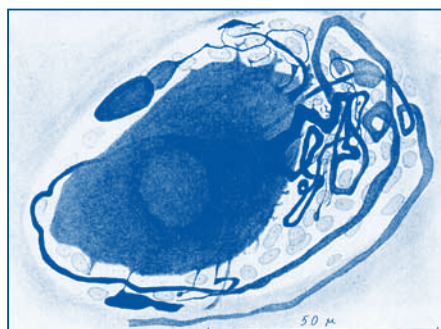


Figure 1 - Schéma par J. Nageotte d'une cellule d'un ganglion rachidien dans un cas de tabes ancien. Méthode de S. Ramón y Cajal. D'après J. Nageotte. *L'organisation de la matière vivante dans ses rapports avec la vie*. Paris, Alcan, 1922, p. 296.

mie générale et de morphologie expérimentale sur le tissu conjonctif et le nerf. 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 « 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.

Son introduction définit les caractéristiques de la vie. Excluant toute discussion philosophique et sans prétendre tout expliquer, le seul point de vue efficace est, selon lui, 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 par certains histologistes. À l'appui de cette conception, il rapporte ses observations et expériences sur la néoformation du tissu conjonctif lors de la cicatrisation, reprenant et complétant les travaux de Louis Ranvier², dans le droit fil duquel il s'inscrit. Il est sans doute l'un des premiers à montrer que l'on peut obtenir des fibres de collagène par un phénomène analogue à une cristallisation à partir d'une solution d'eau acidulée utilisée pour obtenir le gonflement des tendons³. Si l'on précipite cette solution par une quantité adéquate de sel, on obtient un caillot de fibrilles de collagène. Le phénomène est réversible.

Ce collagène obtenu artificiellement peut être greffé et subit la même évolution que du collagène natif, lequel se forme à partir des molécules du milieu intérieur synthétisées par les fibroblastes, mais dont le devenir ultérieur est largement indépendant d'eux.

La contribution la plus originale de Nageotte est la pratique des greffes mortes de tissu conjonctif, c'est-à-dire de greffons dont les cellules ont été tuées par fixation à l'alcool ou au formol. En fait, dans l'historique qu'il fait de cette question, il montre que des auteurs plus anciens, et en particulier Paul Bert, ont utilisé cette technique, mais en croyant greffer des tissus vivants. Cependant, il rend hommage à Paul Bert, insistant sur le fait que les moyens dont il disposait à l'époque ne lui permettaient pas de savoir si les greffons étaient vivants ou morts. Il peut montrer alors qu'au moins avec certains tissus comme le tendon ou la tunique externe des artères, la trame fibreuse du tissu mort est incorporée parfaitement à celle du tissu vivant, cette trame se trouvant secondairement réoccupée par des fibroblastes ayant migré de l'environnement. Évidemment, ceci n'est pas possible avec les tissus conjonctifs dont la substance interstitielle est solide, comme l'os ou le cartilage. Pour ces tissus-là, le greffon de tissu mort subsiste tel quel ; il ne peut être nouvellement habité à cause de l'obstacle physique, mais peut néanmoins s'intégrer tel quel dans l'organe au point de ne pouvoir en être distingué.

Ce travail l'amène à une autre observation originale, la métaplasie des fibroblastes observée lors de la greffe morte de tissu conjonctif dur. Dans un greffon d'os, un certain temps après la greffe, on voit se produire des zones d'érosion comparables à celles par lesquelles se font les remaniements continus de l'os vivant ; mais ici, au contact de l'os mort, il se fabrique de l'os vivant à partir de fibroblastes venus du voisinage. Toutefois, l'évolution ne va pas jusqu'à la formation de systèmes de Havers. Plus curieux encore, de l'os se forme au contact du cartilage mort à partir de fibroblastes venus envahir les logettes des chondrocytes ouvertes lors du prélèvement du greffon. Des phénomènes analogues de métaplasie sont décrits pour la formation de cellules musculaires lisses à partir de fibroblastes pénétrant dans la media des greffons de la paroi artérielle morte. Le mécanisme de ces métaplasies était alors totalement ignoré. Tout ce travail sur le conjonctif lui a été très utile dans l'analyse des résultats de greffes de nerfs morts.

Certaines des considérations de Nageotte sur la cellule ont beaucoup vieilli, mais l'histocytochimie n'était encore que dans sa petite enfance et la microscopie électronique pas même à l'horizon. La découverte relativement récente des mitochondries – les granules et filaments d'Altman – l'ont poussé à surestimer leur rôle dans le fonctionnement des cellules. C'est ainsi par exemple qu'il écrit que la synthèse

²Voir LdN n° 28 Printemps-été 2005, *Les étranglements annulaires de Louis Ranvier, 1871*

³Ces travaux seront repris au MIT aux États-Unis pendant la Seconde Guerre mondiale par F.O. Schmitt, l'un des initiateurs du mouvement des neurosciences au début des années 1960

Histoire des Neurosciences

de la pepsine se fait à l'intérieur des mitochondries. À côté de cela, il y a des anticipations remarquables, relatives en particulier à la membrane cellulaire. On retiendra aussi ce rappel que le cytologiste ne doit jamais perdre de vue que les structures figées qu'il observe sont en fait des édifices essentiellement dynamiques.

Les études d'histologie du système nerveux : études des nerfs

Sur le plan de la neurohistologie, Nageotte s'est consacré presque exclusivement à l'étude des fibres nerveuses et des nerfs, à l'exclusion du système nerveux central, pour lequel il s'en remet à son ami Santiago Ramón y Cajal⁴. L'une des originalités des travaux de Nageotte est qu'ils font un large usage des techniques de coloration de l'histologie générale, aussi bien que d'observations sur des tissus frais, en réaction contre l'usage alors trop prédominant des imprégnations argentiques réalisées à l'époque par les neurohistologistes. Toutes les observations et descriptions qui en résultent restent valables. En fait, ce sont seulement certaines interprétations qui sont à revoir alors qu'on était aux limites de la microscopie photonique et nonobstant sa volonté proclamée de rester fidèle aux faits, Nageotte ne s'est pas toujours dispensé de s'aventurer un peu au-delà, par exemple lorsqu'il interprète la gaine de myéline comme sur une sorte de mitochondrie géante de l'axone. Au contraire, sa conception de la fibre amyélinique composée, formée d'un certain nombre de neurites indépendants les uns des autres dans une gaine de Schwann commune, déjà pressentie par Louis Ranvier, laquelle repose à la fois sur des dissociations et des coupes transversales sériées, a été totalement validée par la microscopie électronique, au début des années 1950, à l'Institut Rockefeller dans le groupe du Prix Nobel Herbert Gasser.

... «Nageotte est le premier à avoir quantifié la variation de diamètre de la fibre myélinisée des nerfs moteurs »...

La description par Nageotte de la cytologie de la fibre myélinisée en microscopie photonique et son travail sur la dégénérescence et la régénération des nerfs est classique et ce n'est pas par hasard s'il s'est vu confier le chapitre « *Sheaths of peripheral nerves. Nerve degeneration and regeneration* » du traité de Penfield intitulé *Cytology and cellular pathology of the nervous system* (1932). Nageotte est le premier à avoir quantifié la variation de diamètre de la fibre myélinisée des nerfs moteurs, dont la surface de section peut changer dans le rapport de 1 à 30 entre sa

⁴ Voir LdN n° 33 Automne-hiver 2007 - Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) et la France.

⁵ Louis Lapicque utilisera ces mesures du diamètre des nerfs moteurs pour les corrélérer à des vitesses de conduction, en collaboration avec H. Gasser, au milieu des années 1920. Ces travaux s'inscrivent dans ceux pour lesquels Gasser reçut son Prix Nobel en 1944. Voir LdN n° 29 Automne-hiver 2005 - Les heures sombres de la neurophysiologie à Paris, 1909-1939.

sortie du neurone et sa partie intramédullaire et de 1 à 160 avec la partie extramédullaire, en dehors des étranglements de Ranvier bien entendu (~~Louis Lapicque utilisera ses mesures du diamètre des nerfs moteurs pour les corrélérer à des vitesses de conduction, en collaboration avec H. Gasser, au milieu des années 1920. Ces travaux s'inscrivent dans ceux pour lesquels Gasser reçut son Prix Nobel en 1944~~⁵).

Nageotte a par ailleurs décrit la forme trabéculaire de la cellule de Schwann par coloration à l'hématéine de fibres myélinisées isolées. Il reprend la description des différents éléments de structure précédemment décrits (étranglements de Ranvier, segments interannulaires dont la longueur est proportionnelle au diamètre de la fibre, appareil de Rezzonico, neurokératine, etc.) en en précisant l'interprétation. Il ajoute à cette description le double bracelet épineux (Figure 2), qui est la première focalisation sur la région paranodale, dont la microscopie électronique, puis l'analyse moléculaire ont maintenant révélé la grande complexité, dans des travaux qui ignorent toujours ceux de Nageotte. L'étude particulièrement documentée de Nageotte sur la dégénérescence et la régénération des nerfs est basée sur sa profonde connaissance tant des fibres nerveuses que du

... « L'étude particulièrement documentée de Nageotte sur la dégénérescence et la régénération des nerfs est basée sur sa profonde connaissance tant des fibres nerveuses que du tissu conjonctif étroitement associé à elles pour former les nerfs. »...

tissu conjonctif étroitement associé à elles pour former les nerfs. Nageotte insiste sur le rôle exclusif des macrophages dans la formation des corps granuleux, étape ultime de la désintégration des fibres myélinisées. Notons que dans son étude des premières étapes de la dégénérescence *in vitro*, il observe un ralentissement de l'étape initiale de l'altération morphologique des fibres myélinisées dans un milieu dépourvu d'ions alcalino-terreux (NaCl 0,9 % versus liquide de Locke par exemple). Les corps granuleux disparaîtront progressivement alors que la glie schwannienne prolifère dans le bout proximal, comme dans le bout distal, où elle semble attendre l'arrivée des neurites en régénération auxquels elle servira de guide vers les lieux de terminaison péri-

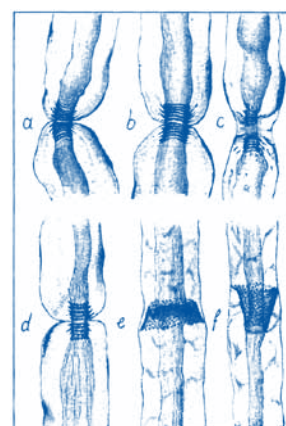


Figure 2 - Doubles bracelets épineux dans les nerfs périphériques mis en évidence par J. Nageotte, a-c, chez le lapin ; d, chez le cobaye ; e, bracelet altéré par tiraillement ; f, sur les côtés des fibres, on voit la coupe des travées du réseau protoplasmique marginal. Granulations des incisures de Schmidt-Lanterman. Brochromate, 15 jours ; fuchsine-acide. D'après J. Nageotte. L'organisation de la matière vivante dans ses rapports avec la vie. Paris, Alcan, 1922, p. 196.

phérique. Si cette régénération n'a pas lieu, le tissu conjonctif interstitiel s'hypertrophie, mais la glie schwannienne garde de façon définitive la possibilité de se raccorder à des fibres nerveuses en croissance.

L'incidence des diverses modalités expérimentales de suture des nerfs sectionnés est analysée en détail par Nageotte. Il souligne le rôle capital de la glie schwannienne, s'élevant contre l'idée que les axones pourraient cheminer nus à un quelconque stade du processus. Les relations neurites-glie sont d'abord celles de fibres amyéliniques composées pouvant échanger entre elles des axones. Lorsqu'ils atteignent le bout distal, les axones utiliseront alors la voie schwannienne restée en place pour rejoindre les effecteurs. Dès que la myélinisation commence, les fibres s'individualisent, et les cellules mésenchymateuses s'insinuent entre elles. Des expériences ayant provoqué l'hypertrophie de la névroglie montrent que cette hypertrophie gêne considérablement la pénétration des neurites et leur développement ultérieur. L'utilisation d'une anse de soie pour réunir les deux extrémités d'un nerf sectionné entraîne un afflux de macrophages autour de la soie, qui exerce une action négative sur la myélinisation.

Mais la contribution la plus originale, qui résulte directement de sa conception des phénomènes vitaux évoquée plus haut, est l'utilisation des « greffes mortes », c'est-à-dire l'intercalation d'un segment de nerf mort, tué par fixation, à la place d'un segment manquant entre les deux bouts d'un nerf sectionné. L'expérimentation menée sur le chien et le lapin a donné des résultats très convaincants, même lorsque la perte de substance est importante avec seulement un retard dans la myélinisation des fibres régénérées.

Comme ces travaux ont eu lieu au moment de la Grande Guerre de 1914-1918, ils ont fait naître de grands espoirs pour la restauration de certaines blessures, mais Nageotte a d'abord été très réticent, soulignant que toutes les conditions requises pour le succès de l'opération étaient loin d'être réalisées dans le cas des blessures de guerre. Il a cependant fini par se laisser convaincre et la méthode a pu être appliquée avec succès par le Dr Sencert au cas de blessés ayant subi la perte irrémédiable d'un morceau de nerf dans le bras ou la jambe⁶.

Nageotte et la biophysique

L'évolution des recherches de Nageotte allait se poursuivre dans la dernière partie de sa vie où ses travaux ont concerné beaucoup plus la biophysique et la cristallographie, orientations auxquelles il fut amené pour la compréhension de la structure de la myéline, envisagée comme cristal liquide de lipoides.

Les résultats obtenus sur ce thème font l'objet de trois fascicules, dont l'un composé des illustrations, publiés en 1936

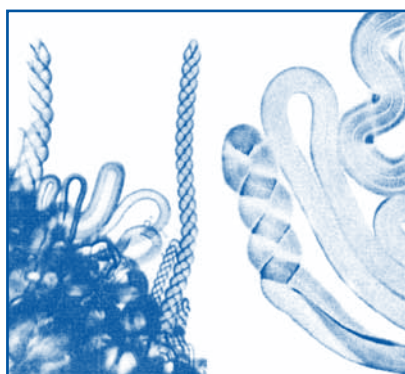


Figure 3 - Préparations lipidiques selon Nageotte. Gauche, préparation de lécithine pure. Tubes formant des anses, encadrés par des spirales formées par l'association de deux tubes. Au milieu, deux tubes emboîtés. Droite, préparation d'oléate de soude. Spirale simple d'un tube à cavité filiforme ; anse tubulaire ; deux tubes emboîtés. D'après J. Nageotte. *L'organisation de la matière vivante dans ses rapports avec la vie*. Paris, Alcan, 1922, p. 196.

dans la collection « Actualités scientifiques » de Hermann, intitulés *Morphologie des gels lipidiques. Myéline. Cristaux liquides*. Cet ouvrage comporte la dédicace suivante, « À mon maître Joseph Babinski, Neurologue illustre, esprit novateur, d'une logique féconde, observateur génial, homme indulgent et bon ».

Ce livre est d'une lecture assez ardue. Il se place à la frontière de la biologie et de la cristallographie, plus près de cette dernière, et vise à mieux comprendre les formes d'organisation des lipides, substances qui, quoiqu'insolubles dans l'eau, jouent un rôle essentiel dans la matière vivante, milieu essentiellement aqueux (Figure 3).

Le type de ces lipides est pour lui la myéline, dont on pourrait dire qu'elle a exercé sur lui une véritable fascination et qui est à l'origine de tout ce travail. Il la définit comme « un édifice colloïdal cristallin qui est également un élément anatomique ayant des relations morphologiques et fonctionnelles avec le protoplasme nerveux ». Pour mieux comprendre sa formation et sa structure, il a utilisé comme modèle les « figures myéliniques » décrites par Virchow en 1854 et nommées ainsi en raison de leur aspect analogue à celui de la myéline⁷. Ces figures myéliniques qui ont été observées à l'origine dans des poumons pathologiques ont pu être obtenues artificiellement depuis le XIX^e siècle à partir de solutions de lipides amphiphiles plus ou moins complexes. Il est possible d'utiliser des acides gras ou des savons purs, ou associés entre eux, ou à d'autres molécules organiques, pourvu qu'ils contiennent au moins une double liaison dans les chaînes carbonées des acides gras. Mais les plus utilisés par Nageotte furent les extraits de cerveau obtenus après passage dans plusieurs solvants pour en extraire notamment le cholestérol. L'extrait final se présente sous forme d'une pâte molle dont on place une petite quantité que l'on aplatit entre lame et lamelle entourée d'eau, ou d'un autre solvant à l'alcool plus ou moins dilué. La préparation est lutée, et l'on va alors assister dans cet espace clos à une morphogenèse de figures myéliniques d'abord en forme de tubes sur tout le pourtour de l'extrait par imbibition progressive de la couche

⁶Voir Alain Larcen. *Louis Sencert, professeur à Nancy et à Strasbourg, précurseur de la chirurgie moderne, 1878-1924. Histoire des sciences médicales*, 1989, 23, 211-217.

⁷R. Virchow. « Über das ausgebreitete Vorkommen einer dem Nervenmark analogen Substanz in den tierischen Geweben », *Virchows Arch.*, 6, 1854, 562-572.

Histoire des Neurosciences

superficielle, ce que Nageotte appelle le blastème formateur, constamment nourri par la masse centrale. L'évolution de ces tubes conduit à une grande variété d'aspects en fonction de la nature des lipides, des conditions d'environnement (nature et quantité de solvant, température, durée de l'expérience). Nageotte en fait une analyse minutieuse. Il y a lieu de distinguer les structures à surface hydrophile, ou tubes myéliniques, situées en périphérie du disque central et les structures à surface hydrophobe, qui occupent l'intérieur de celui-ci, avec à la base des tubes myéliniques une zone de transition très complexe. Nageotte insiste sur le fait que l'observation de ces structures translucides est délicate et nécessite souvent d'avoir recours à l'ultramicroscope à fond noir, concurremment au microscope ordinaire et au microscope polarisant qui permet de déterminer le type des assemblages moléculaires en fonction du caractère bipolaire des molécules, en s'appuyant sur les travaux des physiciens et des cristallographes. En lumière polarisée les tubes sont biréfringents uniaxes, de signe positif. Cette biréfringence est susceptible de se modifier en fonction de la nature des composants qui s'oxydent progressivement au cours du temps. Cela peut aller jusqu'à l'inversion du signe de la biréfringence due à une forte oxydation et à l'augmentation de l'imbibition qui en résulte.

Par comparaison, la myéline apparaît comme une figure myélinique naturelle, dont l'originalité tient à sa complexité chimique – cholestérol et protéines – et aux relations anatomiques et fonctionnelles qu'elle entretient avec le protoplasme qui l'entoure. Les feuillettes se dissocient dans l'eau distillée et Nageotte fait de ce caractère la pierre de touche de la bonne fixation des fibres nerveuses, qui nécessite des mélanges osmiés du type du liquide de Flemming. Il affirme l'analogie de structure entre la myéline et les mitochondries, ce qui a été parfaitement validé par la microscopie électronique. Ayant remarqué l'individualité des membranes externe et interne de la myéline et leur colorabilité analogue à celle des mitochondries, il en tire la conclusion abusive que la myéline se forme comme une sorte d'inclusion à partir d'une mitochondrie géante du cylindraxe.

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 dilué. Bien qu'elles soient pour le biologiste d'un intérêt moindre que les structures hydrophiles, puisque les milieux hydrophobes sont peu fréquents dans les cellules, Nageotte en a fait une étude aussi approfondie que celle des structures hydrophiles.

La conclusion générale de l'ouvrage est que toutes ces observations montrent comment l'imbibition d'un gel de lipoides ne peut pas être considérée comme un phénomène diffus, mais aboutit à des agencements moléculaires dynamiques qui constituent une véritable morphogenèse. Il est évident que l'intérêt de toutes ces études pour Nageotte réside dans le fait d'imaginer que de tels phénomènes puissent prendre place dans la matière vivante qui se construit et fonctionne à chaque instant.

Nageotte, l'homme

Enfin, sur un plan strictement personnel, les aléas de la vie n'ont pas épargné Nageotte. Un grave accident de bicyclette survenu en 1923 l'a laissé partiellement paralysé et souffrant de fortes douleurs chroniques. En outre il fut atteint assez tôt de surdité. René Couteaux a rapporté que lors de visites qu'il lui a faites avant la Seconde Guerre mondiale, il ne pouvait communiquer avec lui que par écrit. La période de l'occupation allemande fut particulièrement éprouvante pour lui. Il perdit sa femme en 1943, l'une de ses filles fut emprisonnée par les Allemands et son gendre fut déporté.

... « René Couteaux a rapporté que lors de visites qu'il lui a faites avant la Seconde Guerre mondiale, il ne pouvait communiquer avec lui que par écrit »...

Observateur rigoureux et perspicace, esprit original et inventif, travailleur acharné et excellent dessinateur, il était aussi un esprit critique très exigeant pour lui-même comme pour les autres. Facilement sarcastique et péremptoire dans ses jugements, il ne donnait pas facilement son estime. Il resta lié à ses maîtres Gombault et Babinski, ses amis Ettlinger, Maillet, Azoulay, ainsi qu'aux biologistes Wintrebert, Caullery, Rochon-Duvignaud, Hallion, Masson, au botaniste Guillaumond et au mathématicien Gaston Julia. Parmi ses élèves on relève les noms de Clovis Vincent, Henri Mondor, Pierre Chevallier, Henri Wallon, Jean-Pierre Delay et aussi Gabriel Sourdille, promoteur des greffes de cornée et dont il se plaisait à penser que son propre travail sur les greffes avait sans doute influencé cette orientation. Ces listes sont bien évidemment non limitatives. Enfin il est juste d'ajouter qu'il a beaucoup apprécié la collaboration de son assistante au Collège de France, Melle Guyon, qui est d'ailleurs associée à plusieurs de ses publications.

Les qualités mentionnées plus haut, sa façon d'envisager les problèmes ont fait qu'il a été un modèle et même un maître à penser non seulement pour ses élèves, mais aussi pour beaucoup de morphologistes comme René Couteaux, qui n'avait pas l'admiration facile, mais se référait souvent à lui, avec le regret de ne l'avoir connu qu'au soir de sa vie.

jacques.taxi@snv.jussieu.fr
jean-gael.barbara@snv.jussieu.fr

La neurolinguistique : une approche pluridisciplinaire pour l'étude du langage

Partie 1

| COORDONNÉ PAR SERGE PINTO ET MARC SATO

Cette nouvelle discipline est directement issue de la confrontation des connaissances acquises sur le fonctionnement des structures cérébrales impliquées dans l'élaboration du langage et celles sur le comportement langagier



La neurolinguistique a pour objectif de déterminer chez le sujet sain et le patient cérébrolésé l'architecture anatomo-fonctionnelle des grandes fonctions langagières. Par une approche multidisciplinaire, se basant tout à la fois sur des modèles linguistiques, neurophysiologiques et neuropsychologiques, elle concerne l'étude des substrats et processus neuronaux sous-tendant la production, la perception et compréhension ainsi que l'acquisition de la parole et du langage. La neurolinguistique propose ainsi des recherches transversales dont le but est d'établir les liens possibles entre fonctionnement cérébral et comportement langagier pour une meilleure compréhension du fonctionnement du langage et de ses désorganisations.

Depuis son origine, l'histoire de la neurolinguistique se confond avec celle des méthodes d'investigation et théories linguistiques. Les premières découvertes sur le fonctionnement cérébral issues de l'approche lésionnelle anatomoclinique post-mortem lors de la seconde moitié et fin du XIXe siècle, le développement de l'aphasiologie au travers d'une description linguistique de plus en plus précise des symptômes et la «révolution cognitive» de la seconde moitié du XXème siècle ont posé les bases de la neurolinguistique. La définition moderne de cette discipline décrit aujourd'hui un champ multidisciplinaire vaste, au carrefour des réflexions issues de la linguistique, de la neuropsychologie et de la neurologie, des neurosciences, de la psychologie, des sciences cognitives, mais aussi des sciences de la communication et de l'informatique. Par son caractère multidisciplinaire et bénéficiant désormais de puissants outils d'investigation et d'analyse permettant une meilleure caractérisation des substrats anatomo-fonctionnels de la parole et du langage (avènement des techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle, développement de la neurochirurgie fonctionnelle, modélisation neuromimétique...), la neurolinguistique demeure ainsi une discipline émergente dans le contexte

actuel de la recherche.

Dans ce dossier, nous vous proposons de découvrir différents travaux et questionnements actuels relevant de la neurolinguistique au travers de contributions de chercheurs experts du domaine. Des thèmes spécifiques liés à la latéralisation langagière (« Langage et spécialisation hémisphérique »), à la perception et production de la parole et au traitement de l'identité vocale (« Interactions sensorimotrices et traitement de l'identité vocale lors de la perception et production de la parole »), à la voix chantée (« La voix chantée : explorer la boucle audio-vocale en musique »), et à l'apprentissage d'une langue seconde (« Le cerveau bilingue ») viendront structurer ce dossier. Des encadrés apporteront des précisions terminologiques, historiques et sémiologiques concernant l'étude des pathologies et dysfonctionnements de la parole et du langage, à savoir l'aphasie (« L'aphasie et les origines de la neurolinguistique »), la surdité (« Surdité congénitale et implantation cochléaire »), et les dysarthries (« Les dysarthries : un modèle d'étude des relations entre cerveau et parole »).

En complément de ces contributions, le second volet du dossier qui sera publié dans le prochain numéro de la Lettre des Neurosciences (à paraître au printemps 2014) s'articulera autour de travaux récents émanant de la psycholinguistique, la linguistique « incarnée » (i.e. intégrée dans l'expérience du sujet), les démences, le langage écrit et la dyslexie, ou encore la modélisation neuro-computationnelle des fonctions langagières. Au travers de ces multiples contributions, bien que certaines thématiques n'aient pu être présentées, la lecture de ce dossier devrait, nous l'espérons, permettre aux lecteurs d'entrevoir toute la richesse et l'intérêt des travaux et questionnements actuels liés à la neurolinguistique. Bonne lecture !

marc.sato@gipsa-lab.grenoble-inp.fr
serge.pinto@lpl-aix.fr