



HAL
open science

Théorie de la transmission nerveuse à la plaque motrice d'Alfred Vulpian

Jean-Gaël Barbara

► **To cite this version:**

Jean-Gaël Barbara. Théorie de la transmission nerveuse à la plaque motrice d'Alfred Vulpian. 2009.
halshs-03091275

HAL Id: halshs-03091275

<https://shs.hal.science/halshs-03091275>

Submitted on 11 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

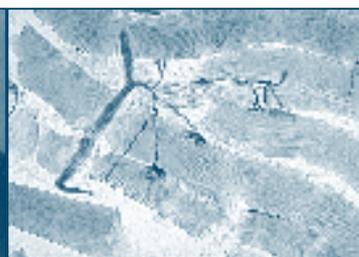


Théorie de la transmission nerveuse à la plaque motrice d'Alfred Vulpian⁽¹⁾

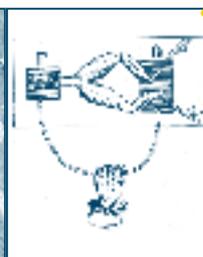
par Jean-Gaël Barbara



Alfred Vulpian (1826-1887)



Plaques motrices



Galvanisation de la moelle épinière

La polémique au sujet du mode d'action du curare aura duré plus de trente années. Après une période de mise au point technique des protocoles d'empoisonnement sur divers animaux, succède une seconde période où l'électrophysiologie allemande entre en scène et se combine avec les nouvelles données histologiques sur les plaques motrices. Une nouvelle théorie voit le jour, soutenue par de jeunes physiologistes qui s'affrontent à Claude Bernard et finissent par le convaincre. Selon Vulpian, le curare abolit la transmission entre la plaque motrice et le muscle. Cette première ébauche d'une théorie de la neurotransmission permet de comprendre l'essor d'une nouvelle physiologie dans le sillage de l'école bernardienne par une meilleure intégration des disciplines, une foi plus grande accordée au réductionnisme et au matérialisme.

La proposition de Vulpian sur le mode d'action du curare est l'hypothèse d'un groupe de physiologistes attentifs aux données de l'histologie et de l'électrophysiologie, qui invente un cadre théorique de discussion approfondi sur la nature de la transmission entre le nerf et le muscle. Cette élaboration conceptuelle est la conclusion de recherches menées sur les effets des poisons, dont les plus anciennes, parmi celles citées par les physiologistes du XIX^e siècle, remontent à Felice Fontana (1730-1805).

Qu'elles aient été réalisées par Bernard, Brown-Séquard, Vulpian, et bien d'autres, mais également précédemment par François Magendie dès le début du XIX^e siècle, ces expériences répondent à une curiosité commune pour les pouvoirs de substances le plus souvent végétales. Elles peuvent nous paraître naïves ; cependant, le projet bernardien s'inscrit dans un édifice large avec la valorisation du sang et l'usage du concept de milieu intérieur.

Vulpian, de treize ans le cadet de Bernard, entreprend ses propres recherches dans un style très proche ; cependant, il ne souhaite pas seulement reproduire les expériences du maître, mais très tôt, mettre à l'épreuve les hypothèses gratuites que Bernard a négligé de tester systématiquement.

Vulpian contredit Bernard sur plusieurs points, complète ses études et gagne ainsi son autorité dans ce domaine. Il observe que le curare, introduit dans la bouche d'une grenouille, la tue en quelques jours. Vulpian réussit aussi à empoisonner une grenouille en la badigeonnant de poison. Il étudie plus systématiquement les venins de différentes espèces, dont celui des crapauds et obtient des empoisonnements mortels. Il intoxique une grenouille qui se paralyse en vérifiant au microscope le maintien de la circulation capillaire dans la transparence du muscle de la langue - selon la méthode d'Augustus Waller (1816-1870) - et obtient même un retour de l'animal à la vie, également produite sur le chien avec une ventilation pulmonaire.

Toutes ces dernières expériences, Bernard les confirme et les accepte, de même que la communauté des physiologistes dans son ensemble. Ces travaux montrent comment Vulpian cherche sa place dans la physiologie des poisons et la façon par laquelle il parvient à se faire respecter et juger par Claude Bernard comme bon expérimentateur, mais aussi interprète pertinent de ses résultats. Ainsi, Bernard reprend-il la célèbre expression de Vulpian dans ses cours selon laquelle, chez la grenouille curarisée, la sensibilité demeure intacte, mais elle ne peut s'exprimer, elle est "muette", selon Vulpian.

La seconde série d'expériences vise à localiser le site d'action du curare, son action "intime", c'est-à-dire pour reprendre la terminologie de Bernard, à déterminer les éléments histologiques tués par le poison. Ces expériences sont classiques et reposent sur des ligatures d'un membre de grenouille ou la séparation physique de la partie postérieure d'une grenouille, isolée de la circulation générale, avec intégrité des nerfs lombaires entre les régions antérieure et postérieure. Bernard conclut que la grenouille empoisonnée conserve sa sensibilité et la motricité de ses régions non atteintes par le curare circulant, le sang étant conçu au moins comme véhicule obligé de l'action toxique, ou comme site d'action du poison. Le curare tue donc le nerf moteur et non le sensitif, en agissant sur son bout périphérique.

Dans ses leçons de physiologie et pathologie du système nerveux (1858), Bernard énonce que la mort du nerf moteur réalisée par le curare procède de la périphérie au centre nerveux, en mentionnant qu'il s'agit du processus inverse de la dégénérescence wallérienne atteignant le nerf coupé. En effet, l'action est bien d'abord périphérique, car, comme l'a déjà montré Fontana, le nerf moteur, plongé dans le curare, continu d'exciter le muscle, si son extrémité est préservée du poison. Ensuite, l'élément moteur meurt dans son intégralité, selon Bernard, jusqu'au centre nerveux, une opinion qu'il

⁽¹⁾ Un article sur ce thème est publié dans les comptes rendus de la Société de Biologie (2009).

Théorie de la transmission nerveuse... (suite)

professe encore en 1875. Mais Brown-Séquard, Vulpian, ainsi que d'autres physiologistes allemands, nient cette atteinte rétrograde du nerf moteur. Comment le curare pourrait-il avoir une action qui se propage? D'autre part, la "force-électromotrice", le "courant nerveux", la "force électro-tonique", ou encore, selon les auteurs, la "variation négative" du nerf sont préservés en présence du poison, comme l'ont montré notamment Otto Funke (1828-1879) et Emil du Bois-Reymond. Pour Claude Bernard, l'idée qu'un nouvel indice électrophysiologique ne soit pas obligatoirement un corrélât fonctionnel du nerf ne le dérange nullement; il se dit prêt à accepter l'idée qu'un nerf empoisonné puisse continuer à être le siège d'une telle variation de courant. Pour Bernard et Koelliker, l'excitabilité du nerf moteur, c'est uniquement son aptitude à contracter un muscle. Pour Vulpian en revanche, l'excitabilité du nerf moteur n'est pas atteinte, puisqu'un nerf en présence de curare conserve sa possibilité de contracter un muscle, si son extrémité est préservée du poison. Dès lors, si la propriété du muscle n'est pas en cause, ni celle du nerf moteur, le curare porte ses effets sur la "transmission de l'excitation nerveuse à la fibre musculaire" selon l'expression de Vulpian dans son cours de 1863. La nuance semble tenir à la distinction entre fonction et propriété d'un nerf, et à la valeur physiologique portée à un indice électrophysiologique. Elle tient aussi à l'interprétation d'une structure histologique récemment découverte par les histologistes Willy Kühne (1837-1900) et Charles Rouget (1824-1904) : la plaque motrice auquel Vulpian attribue une propriété particulière, bloquée par le curare et impliquée dans la transmission neuromusculaire, en suivant la conjecture de Funke.

Bernard n'admet pas cette hypothèse et base son interprétation sur une observation qui, selon lui, explique beaucoup mieux l'action du curare. Au cours de l'empoisonnement lent d'une grenouille par une dose faible de curare, les actions spontanées sont bloquées, alors que la stimulation galvanique d'un nerf moteur demeure quelque temps efficace pour contracter un muscle. Ce résultat ne nous surprend pas, une forte libération d'acétylcholine pouvant déplacer une faible concentration synaptique de curare. De son côté, Bernard en déduit que l'action première du poison est un découplage – il parle de décrochement – entre le nerf moteur et la moelle épinière, puisque les actions spontanées impliquant la moelle épinière peuvent être supprimées par le curare, alors que les nerfs moteurs conservent leur fonction au cours de la stimulation galvanique. De sorte que Bernard place une abolition de transmission non pas entre le nerf et le muscle, mais entre le centre et le nerf moteur, en niant l'importance de la plaque motrice dans le phénomène. Cette interprétation lui semble si séduisante qu'il renie sa

première loi d'une action du curare allant de la périphérie au centre pour l'inverse, et affirme dans son cours de 1864 que "le nerf moteur empoisonné par le curare perd ses propriétés du centre à la périphérie".

De son côté, Vulpian a franchi un pas de plus vers un certain réductionnisme et une foi en l'adéquation d'une propriété nerveuse – l'excitabilité – et une mesure physique : la variation négative. Par ailleurs, Vulpian avait miniaturisé une expérience de Bernard en isolant une préparation nerf – muscle de grenouille et en soumettant à l'action du curare des portions de plus en plus grêles des filets nerveux, en montrant que l'excitation électrique du nerf continuait d'engendrer une contraction musculaire. Ce résultat indiquait par une méthode physiologique d'organe isolé ce fait incontestable que l'action du curare s'exerçait, sinon entre le nerf et le muscle, du moins dans une région très localisée de la fibre nerveuse. Certains physiologistes avaient pensé à la portion de la fibre pénétrant dans le muscle, d'autres à la partie non myélinique de cette fibre, d'autres enfin à la plaque motrice, alors conçue comme un réseau de boucles de filets nerveux issues du nerf moteur et repartant par un nerf sensitif, la question de la présence d'extrémités libres dans cette plaque étant seulement posée.

Vulpian optait pour la plaque motrice en rejetant l'idée d'une immunité au curare de la fibre nerveuse dans sa partie myélinisée, en raison de la perméabilité de sa membrane au niveau des nœuds décrite par Ranvier. D'autre part, si le cylindre-axe était essentiellement insensible au curare, alors Vulpian en venait naturellement à mettre en doute la nature cylindraxile de la plaque motrice ! Il peut nous sembler que dans l'esprit de Vulpian, la physiologie définissait la plaque motrice comme une structure non-musculaire et non-nerveuse qui se mariait finalement bien avec l'idée d'une fonction intermédiaire dans la communication entre nerf et muscle, alors que, pour nous aujourd'hui, elle est à la fois musculaire et nerveuse.

Mais cette reconnaissance par Vulpian d'une nature non-seulement-musculaire, non-seulement-nerveuse de la plaque motrice, le mit sur le chemin d'un concept de transmission neuromusculaire. Une nouvelle physiologie semble alors se dessiner avec la participation d'une plus jeune génération de physiologistes ayant le plus souvent des compétences multiples, à l'instar de Vulpian qui pratique la physiologie classique, l'électrophysiologie, l'histologie fine et l'anatomopathologie avec la même rigueur. Sur un plan épistémologique, cette combinaison de talents permet de faire circuler une normativité scientifique à travers différents champs techniques, essentielle dans la constitution de tout objet biologique. Un autre caractère de cette nouvelle façon de concevoir les problèmes physiologiques





est l'adoption d'un certain réductionnisme, présent dans la théorie de Vulpian, car l'explication fait intervenir une structure microscopique située entre nerf et muscle.

Une conséquence de ce point de vue est la distinction très nette entre la fonction d'un élément histologique définie à l'échelle de l'organisme et ses propriétés reposant sur des caractéristiques matérielles. Sur ce point également, Vulpian a développé des idées très claires. Selon lui, Flourens et Bernard ont eu tort de confondre les deux concepts (fonction et fonctionnement) en soutenant que les fibres sensibles et motrices étaient des entités essentiellement différentes. Les élèves de Claude Bernard penchèrent progressivement pour une autre solution, à savoir qu'une fibre demeurait un élément conducteur de l'organisme qu'elle soit impliquée dans une fonction motrice ou sensitive. Après tout, la variation négative était comparable pour ces deux types de nerfs. Pour Vulpian, les données électrophysiologiques relatives aux nerfs représentaient donc une preuve que les fibres partageaient une même propriété d'excitabilité et de conduction de l'excitation pour laquelle différents auteurs cherchaient un nouveau terme plus spécifique, comme la "neurilité" proposé par Lewes, ou le "neuréréthisme" et la "névrilité" de Vulpian. Dès lors, l'action du curare était considérée comme indépendante de la propriété nerveuse fondamentale, alors que ce jugement était difficile à justifier par le rationalisme bernardien. Dans cette nouvelle perspective physiologique, proposant une mise à distance du concept même de fonction, l'abolition d'une fonction – la contraction du muscle par excitation du nerf moteur – s'interprétait non pas par la mort d'un élément histologique (Bernard), mais par l'abolition d'une propriété nouvelle à définir et localiser : la propriété de transmission de la plaque motrice. ■

Jean-Gael.Barbara@snv.jussieu.fr



COLLOQUE DE LA SOCIÉTÉ INTERNATIONALE D'HISTOIRE DES NEUROSCIENCES (ISHN)

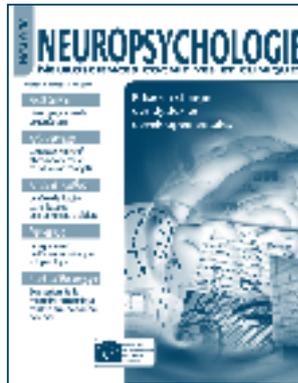
Paris, 15-19 juin 2010

École normale supérieure, salle Dussane.

Organisé en collaboration avec le CHN, UPMC, ENS, lab. SPHERE

(Paris 7). Contact ISHN : <http://www.ishn.org>

Contact local : CHN, <http://www.bium.univ-paris5.fr/chn>



La Revue de Neuropsychologie : un lien privilégié entre chercheurs et cliniciens

par Francis Eustache

La neuropsychologie se définit comme la discipline qui étudie les relations entre le fonctionnement du cerveau et le comportement. Elle a développé progressivement des applications dans le diagnostic, l'analyse des troubles, la rééducation et la prise en charge des patients. La neuropsychologie est ainsi animée d'une double ambition : décrire les substrats cérébraux sous-tendant les conduites humaines, y compris les plus élaborées, et utiliser ces nouvelles connaissances pour une meilleure compréhension des maladies du cerveau avec comme finalité le mieux-être des patients. La neuropsychologie a pris un essor particulier depuis une trentaine d'années, du fait du développement des neurosciences cognitives (psychologie cognitive, neuroimagerie...) et de l'évolution démographique conduisant à l'incidence accrue des maladies neurodégénératives.

Synthèse emblématique des progrès accomplis, de nouvelles méthodes d'analyse d'images permettent de visualiser les anomalies structurales et fonctionnelles dans diverses maladies (y compris en l'absence de lésion cérébrale focale) et de les mettre en relation avec des altérations cognitives et mentales spécifiques. Ces études ont aussi permis de décrire et de mieux comprendre des mécanismes cérébraux compensatoires, pistes pour de nouvelles thérapeutiques. De façon encore plus novatrice (car insoupçonnée il y a encore une dizaine d'années), cette approche s'étend maintenant à des désordres psychopathologiques. En associant élégamment neuropsychologie cognitive et neuroanatomie fonctionnelle, nous sommes entrés dans une nouvelle approche scientifique : la physiopathologie cognitive.

La Revue de Neuropsychologie, organe officiel de la Société de Neuropsychologie de Langue Française (SNLF), est le témoin privilégié du progrès des connaissances dans la communauté francophone. Elle publie, au rythme de quatre numéros par an, des articles scientifiques, expertisés par des pairs, sous la forme de contributions originales, de revues de synthèse et de notes méthodologiques. La Revue couvre l'ensemble des domaines de la neuropsychologie, de ses aspects les plus théoriques à ses applications pratiques. Elle constitue enfin l'outil de communication privilégié de la vie de cette Société. ■

neuropsych@chu-caen.fr

Rédacteur en chef de la revue de Neuropsychologie
www.revuedeneuropsychologie.com