

LA RECONNAISSANCE DE L'ÉLECTRICITÉ MÉDICALE ET SES « MACHINES À GUÉRIR » par les scientifiques français (1880-1930)

Christine Blondel

Chargée de recherche au CNRS, responsable scientifique de la plateforme technologique du CRHST

Résumé

Afin de comprendre comment l'électricité médicale s'est fait reconnaître en France, à la fin du XIX^e siècle, comme une spécialité médicale à part entière, cet article explore les ancrages institutionnels et sociaux des électrothérapeutes, en particulier leur chef de file Arsène d'Arsonval, les traditions de recherche dans lesquelles ils s'insèrent et l'épistémologie qu'ils partagent avec les physiciens et les médecins français.

Abstract

In order to understand how medical electricity managed to be recognised in France as a full medical specialty at the end of 19th century, this paper explores institutional and social settings of electrotherapeuts, in particular their leader Arsène d'Arsonval, the research traditions in which they fit in, and the epistemology they share with French physicists and physicians.

Entre les années 1880 et 1930, l'électricité médicale a joui, en Europe et aux États-Unis, d'un grand succès, une « vogue universelle » selon Adolphe Gaiffe, l'un des principaux constructeurs d'appareils électromédicaux français¹. Mais alors que dans d'autres pays cette méthode thérapeutique reste controversée, difficilement acceptée par les institutions médicales, voire rejetée dans le champ du charlatanisme, l'électricité médicale se fait reconnaître en France comme une spécialité médicale prestigieuse et à part entière². Comment les applications de l'électricité à la médecine ont-elles pu acquérir ce statut ? Les « médecins électriciens » français ont peu cherché, comme leurs homologues allemands, à s'appuyer sur l'électrophysiologie, une science de laboratoire, pour justifier leur thérapeutique. Ils fondent leur discipline sur l'étude expérimentale de « machines à guérir »³, des appareils de physique dont ils explorent les diverses possibilités thérapeutiques. Se posent alors les questions de l'introduction d'une innovation technique en médecine, de son évaluation et de sa légitimation par la communauté médicale, et du maintien ou de la marginalisation de cette innovation au sein de la médecine officielle. Pour comprendre comment les médecins électriciens français ont pu se faire reconnaître par la communauté médicale

et, au-delà, par les physiciens et les ingénieurs, nous examinerons le rôle des chefs de file de cette discipline, leurs ancrages institutionnels et sociaux, les traditions de recherche dans lesquelles ils s'insèrent, ainsi que l'épistémologie qu'ils partagent avec ces communautés scientifiques et techniques.

Une médecine de machines

Les applications de l'électricité en médecine s'appuient sur des appareils, sur des machines, sur des instruments. Tous les appareils de production d'électricité successivement mis au point au cours du XIX^e siècle et habituellement étudiés dans le cadre de l'histoire de la physique ou de l'histoire de l'électricité industrielle – pile électrique, machines à induction électromagnétique, bobine de Ruhmkorff, accumulateur de Planté, dynamo de Gramme, machines électrostatiques à influence, appareils de production de haute tension, appareils à haute fréquence – ont été proposés par leurs inventeurs, ou par leurs premiers présentateurs, pour une utilisation à des fins médicales.

En 1800, Volta lui-même ne prévoyait pour sa pile que des usages médicaux. Si les deux premières grandes piles construites à Paris en 1801 sont destinées

1. *L'Industrie française des instruments de précision. Catalogue publié par le syndicat des constructeurs en instruments d'optique et de précision*, Paris, 1901-1902, reed. A. Brioux, 1980, p. 105.

2. Sur l'Angleterre voir Iwan Morus, « Bodies, Batteries and Belts: Making Careers in Victorian Medical Electricity », in Paola Bertucci, Giuliano Pancaldi (sous la dir. de), *Electric Bodies: Episodes in the History of Medical Electricity*, Bologna, 2001, pp. 209-38 ; T. Ueyama, « Capital, Profession and Medical Technology: The Electro-Therapeutic Institutes and the Royal College of Physicians, 1888-1922 », *Medical History*, t. 41, 1997, p. 150-181, sur les États-Unis voir Lisa Rosner, « The Professional Context of Electrotherapeutics », *Journal of History of Medicine and allied Sciences*, t. 43, 1988, p. 64-82. Pour une bibliographie plus étendue voir *Electricity in Life. A Bibliography of Secondary Literature on the History of Electricity and Magnetism in Medicine and the Life Sciences*, compiled by David J. Rhees, Eric Boyles, and Mary Anne Andrei, 2001 (<http://www.thebakken.org/research/bibliography-electricity.htm>).

3. L'expression de Michel Foucault, appliquée à l'hôpital, reprend Jacques Tenon qui, à la fin du XVIII^e siècle, qualifiait les hôpitaux d'outils ou de « manufactures pour traiter les malades » et insistait sur les traitements physiques.

à l'École polytechnique et au Collège de France, la troisième est commandée par la faculté de médecine. L'inventeur en 1832 de la première machine à induction, produisant un courant électrique par le mouvement d'un aimant face à une bobine, le constructeur parisien Hippolyte Pixii affirme : « Cet appareil peut remplacer la pile avec avantage. Dans son emploi comme traitement médical, il fonctionne en tout temps, sans emploi d'acide, sans aucune préparation et sans aucune détérioration. »⁴ De même le constructeur anglais Edward Clarke met en avant la régularité du courant pour les usages médicaux dans sa machine à induction où ce sont les bobines qui sont mobiles devant un aimant⁵. Lorsque César Despretz, professeur de physique à la Sorbonne, présente la bobine de Ruhmkorff à l'Académie des sciences en 1848, il la décrit comme « un appareil électro-médical »⁶. La première application mentionnée par Gaston Planté pour son accumulateur au plomb concerne la galvanocaustie, c'est-à-dire la cautérisation par l'électricité⁷. Dans les années 1870 les nouvelles machines électrostatiques, à influence et non plus à frottement, relancent l'usage du bain et des frictions électriques, sans davantage de justification physiologique qu'au XVIII^e siècle. Enfin, le symbole même des débuts de l'électricité industrielle, la dynamo de Gramme, voit ses

usages médicaux mis en avant par Alfred Niaudet lorsque ce dernier présente la première interprétation théorique du fonctionnement de cette machine et, de fait, la dynamo est immédiatement utilisée en médecine⁸.

Ces machines successives, dont les usages médicaux sont souvent négligés dans l'historiographie, ont cependant suscité de nombreuses innovations techniques qui sont ultérieurement reprises dans les appareils scientifiques et les machines industrielles. Leur mise au point a également ouvert un marché important aux constructeurs d'instruments et d'appareils électriques avant que l'électricité industrielle ne constitue un marché de masse. Enfin elles constituent les bases de l'électricité médicale.

Une reconnaissance incertaine jusqu'aux années 1870

Discuté au XVIII^e siècle, l'usage de l'électricité en médecine s'est considérablement réduit pendant le premier tiers du XIX^e siècle. Peu de travaux notables, en dehors de ceux de Magendie ou Sarlandière, sont consacrés à cette thérapeutique⁹. L'électricité médicale est relancée à Paris par le physicien Antoine Masson et par quelques médecins comme Gabriel Andral à la fin des années 1830 avec les machines à induction. Des appareils de Breton, version française de la

4. [Hippolyte Pixii], «Nouveaux appareils électro-magnétiques pour lesquels l'Académie royale des sciences a, dans sa séance publique du 26 novembre 1832, décerné un prix à M. Pixii», Paris, 1832, p. 4.

5. Margaret Rowbottom, Charles Susskind, *Electricity and Medicine. History of Their Interaction*, San Francisco, San Francisco Press, 1984, p. 59.

6. *Comptes rendus des séances hebdomadaires de l'Académie des sciences*, t. 49, 1859, p. 208-209.

7. Gaston Planté, «Recherches sur les courants secondaires et leurs applications», *Annales de chimie et de physique*, t. 15, 1868, p. 21 ; *Recherches sur l'électricité*, Paris, 1883, p. 91.

8. Alfred Niaudet-Breguet, «Machine magnéto-électrique de Gramme», *La Nature*, 1873, 1, p. 344 ; *Machines électriques à courant continu : systèmes Gramme et congénères*, Paris, 1879.

9. Sur cette période, voir la bibliographie donnée par [Pierre-]Isidore Guitard, *Histoire de l'électricité médicale*, Paris, 1854, p. 373-384.

machine magnétoélectrique de Clarke, se trouvent dans les hôpitaux parisiens dans les années 1840, mais leur usage reste limité à quelques individus et la reconnaissance par le monde médical est loin d'être unanime¹⁰. En parallèle, les usages médicaux de l'électricité par des non-médecins se développent. Pour le professeur de médecine Alfred Becquerel, frère du physicien Edmond Becquerel, qui étudie de manière critique dans les années 1850 les usages de l'électricité médicale, « l'administration de l'électricité était [alors] tombée entre les mains d'une foule de personnes, souvent étrangères à notre profession, et qu'on ne pouvait caractériser que du nom d'électriseurs. On appliquait l'électricité à tout, et ces applications étaient aussi souvent inutiles que nuisibles aux malades »¹¹. Dans la collection encyclopédique des manuels Roret, le volume consacré en 1850 à l'électricité médicale repose sur les seules expériences de l'auteur anglais, Alfred Smee, un médecin quelque peu marginal qui y joint des considérations religieuses et philosophiques¹². Quant à la première revue d'électricité médicale, créée en 1857, elle disparaît avant même deux années d'existence¹³.

Lorsque Guillaume Duchenne de Boulogne, considéré par les électrothérapeutes français comme le fondateur de leur discipline, publie son ouvrage de synthèse *De l'électrisation localisée* en 1855, il

insiste encore sur la nécessité d'être médecin pour pratiquer l'électricité médicale face « aux saltimbanques autorisés à électriser sur les places publiques »¹⁴. Pour sa part, il va mener des expériences au laboratoire de physique de la Sorbonne avec le physicien Despretz et se fait reconnaître en montrant les différences entre les effets physiologiques produits par le courant de la bobine primaire et ceux produits par le courant de la bobine secondaire de la machine d'induction, différences qu'aucun appareil de physique ne permettait alors de distinguer¹⁵. Il se fait également reconnaître des médecins en proposant ses services aux hôpitaux parisiens. Mais Duchenne n'occupe pas de position officielle dans les structures hospitalières ou dans les institutions médicales parisiennes. Par ailleurs, il doit défendre l'utilisation exclusive qu'il fait des courants d'induction face aux courants galvaniques prônés en particulier par le médecin allemand Robert Remak qui vient faire connaître ses travaux à Paris en 1856.

Malgré l'engagement en faveur de l'électricité médicale de quelques médecins reconnus comme Auguste Tripier, ancien collaborateur de Claude Bernard, ou Alfred Becquerel, professeur à la faculté de médecine, l'électrothérapie reste au milieu du XIX^e siècle d'usage limité et souffre de l'existence des pratiques non médicales¹⁶. Encore à la veille de l'exposition internationale et du congrès d'électricité de 1881,

10. Guillaume Duchenne de Boulogne, *De l'électrisation localisée*, Paris, 1855, p. 119.

11. Alfred Becquerel, *Traité des applications de l'électricité à la thérapeutique médicale et chirurgicale*, Paris, 1860 (2^e éd), préface.

12. Alfred Smee, *Nouveau manuel d'électricité médicale* (trad. de l'anglais par Magnier), Paris, Roret, 1850.

13. *L'Électricité médicale*, 1857-1858.

14. Guillaume Duchenne de Boulogne, *De l'électrisation localisée*, Paris, 1855, p. 37.

15. Roselyne Rey, «Electrodiagnosis and Electrotherapy in France around 1850» in Ilana Löwy (sous la dir. de), *Medicine and Change: Historical and Sociological Studies of Medical Innovation*, Paris, INSERM, 1993, p. 69-84 ; Guillaume Duchenne de Boulogne, *De l'électrisation localisée*, Paris, 1861 (2^e éd.), p. 10.

16. Alfred Becquerel, *Traité des applications de l'électricité à la thérapeutique médicale et chirurgicale*, Paris, 1857.

l'image de l'électricité médicale demeure ambiguë. Arsène d'Arsonval, professeur de médecine expérimentale au Collège de France, affirme s'être vu répondre par le ministre des Postes et Télégraphes à sa demande de création d'une section d'électricité médicale au sein du congrès : « Vous n'y songez pas ! Électricité médicale égale charlatans qui vont vouloir nous exhiber des femmes-torpilles ou des médiums »¹⁷. Cette commission est toutefois créée, grâce à l'entregent de d'Arsonval et l'appui de ses relations internationales, sous l'intitulé plus respectable d'électrophysiologie. Cependant dans le bilan qu'il fait des travaux du congrès, l'un des disciples de d'Arsonval et promoteur de l'usage de l'électricité en gynécologie, Georges Apostoli, estime que les traités d'électricité médicale de l'époque n'offrent encore qu'un « amas confus d'indications multiples, variables, sans trait d'union aucun », bref une force appliquée en aveugle¹⁸. De l'aveu même de ses acteurs, cette thérapeutique ne comporte pas encore un corpus de connaissances et de pratiques qui serait commun à tous.

L'indépendance par rapport à l'électrophysiologie

On pourrait penser que la reconnaissance de l'électrothérapie en France s'est appuyée, au moins dans le discours, sur des bases scientifiques, sur les travaux effectués dans les laboratoires de physiologie. C'est ce que prône en 1867 le rapport d'une commission de l'Académie des sciences sur les applications de l'électricité

à la thérapeutique. Ce rapport signé par le physicien Edmond Becquerel souligne le manque de relevés statistiques sur les effets médicaux de l'électricité, stigmatiser les désaccords entre médecins, et conclut sur la nécessité de développer les travaux en électrophysiologie¹⁹. Mais il ne se trouve que de rares médecins, comme Léon Danion, pour affirmer que « le véritable guide de l'électrothérapie devrait être l'électrophysiologie », ce dernier ajoutant d'ailleurs que loin d'en être ainsi, l'électrothérapie n'a guère puisé que dans l'empirisme²⁰.

Les travaux fondamentaux d'électrophysiologie sur les propriétés électriques des nerfs et des muscles menés par les physiologistes allemands Du Bois-Reymond, Erb ou Ziemssen, ne sont pas pris en considération par les médecins électriciens français. Ceux-ci se retrouvent pour critiquer « les théories étranges, lourdes et indigestes venues d'Allemagne » qui, d'après eux, ont même nui à l'utilisation thérapeutique de l'électricité²¹. Pour Apostoli, les Allemands ont fait de l'électrophysiologie « quelque chose d'inextricable et d'incompréhensible. Le médecin praticien n'a d'ailleurs nullement à bénéficier de cette recherche »²². Il faut certes tenir compte du sentiment anti-allemand qui règne dans la société française après la défaite de 1870. Mais même un électrothérapeute comme Ernest Onimus qui mena des travaux d'électrophysiologie, dans le prolongement de Matteucci et plutôt que du Bois-Reymond dont il jugeait les théories de « plus fâcheuses qu'utiles », revendiqua

17. Louis Chauvois, *D'Arsonval. Soixante-cinq ans à travers la science*, Paris, Oliven, 1937, p. 184.

18. Georges Apostoli, *Synthèse électrothérapique. Rapport sur l'Exposition d'électricité*, Paris, 1882, p. 9.

19. M. [Edmond] Becquerel, « Applications de l'électricité à la thérapeutique », *Revue des cours scientifiques*, 23 avril 1864, 4^e année, 1867, p. 261-269 ; 30 juillet 1870, 7^e année, 1870, p. 559-560.

20. Léon Danion, *L'Électrothérapie*, *Journal d'électricité médicale*, t. II, 1889, p. 137.

21. Godefroy Bardet, *Électricité médicale*, Paris, 1884, p. 308.

22. Georges Apostoli, *Synthèse électro-thérapique. Rapport sur l'exposition d'électricité. Note lue à la Société médico-pratique, dans la séance du 26 octobre 1881*, Paris, 1882, p. 9.

de ne pas appuyer l'électrothérapie sur l'électrophysiologie²³.

Les médecins français ne se réfèrent pas davantage aux travaux d'électrophysiologie de d'Arsonval sur les courants musculaires, qui remettent en cause certaines conclusions de l'électrophysiologie allemande. Il est peu utile d'entrer ici dans le détail de ces débats internes à l'électrophysiologie puisque, en tout état de cause, les électrothérapeutes considèrent – et d'Arsonval avec eux – que, comme l'exprime le *Dictionnaire encyclopédique*, l'électrophysiologie et l'électrothérapie ont deux points de vues bien distincts et sont réunis plus par habitude que par un rapport de dépendance²⁴. De fait, électrophysiologistes et électrothérapeutes utilisent les mêmes « machines » : batteries, bobines d'induction, galvanomètres et rhéostats, et ils travaillent pour l'essentiel sur le même matériau : les muscles et les nerfs. Mais les médecins revendiquent la spécificité de l'être vivant, du patient porteur d'une maladie et d'une histoire, face à des éléments biologiques disséqués sur une paillasse de laboratoire.

« Doser l'électricité » ? Un congrès, des unités et des ampèremètres

Le congrès international d'électricité de 1881 marque un tournant dans la

reconnaissance officielle de l'électricité médicale. Lors des séances consacrées à l'électrophysiologie, physiciens, physiologistes et médecins français et étrangers – Arsène d'Arsonval, Jules Marey, Marcel Deprez, Gabriel Lippmann, Emil du Bois-Reymond, Helmholtz, etc. –, discutent de la normalisation des procédures et des mesures, et s'accordent pour introduire en physiologie et en médecine les nouvelles unités électriques définies par le congrès²⁵. Il s'agit désormais, comme le répétera régulièrement d'Arsonval, de « doser l'électricité » avec des appareils de mesure, comme on dose un médicament avec une balance de précision²⁶. En pratique, les médecins évaluaient la « quantité » d'électricité délivrée au malade par le nombre d'éléments d'une pile, par la longueur d'une bobine ou par le nombre de tours de manivelle donnés à une machine électrostatique.

Dès avant le congrès, en 1873, c'est cependant pour la physiologie et la médecine, et non pour la physique ou l'industrie, qu'avaient été construits les premiers ampèremètres français gradués en unités pratiques (le weber avant l'ampère) par Gaiffe, en suivant les prescriptions de la *British Association*²⁷. L'électrothérapie a ainsi joué un rôle moteur dans la demande d'instruments de mesure quantitatifs. Pour le professeur de physique médicale Char-

23. Ernest Onimus, «Électrothérapie», *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, t. 33, 1886, p. 267 ; Ernest Onimus, «Préface» in Ernest Bonnefoy, *Guide pratique d'électrothérapie, rédigé d'après les travaux et les leçons du docteur Onimus*, Paris, 1877.

24. J.-M. Morat, «Electrophysiologie», *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, t. 33, 1886, p. 180.

25. Ministère des Postes et des Télégraphes, *Congrès international des électriciens, Paris, 1881. Comptes rendus des travaux*, Paris, 1882, p. 252.

26. Arsène d'Arsonval, «Physique. Discussion de la commission d'électro-physiologie», *Revue scientifique*, 2e semestre 1881, p. 725-729.

27. S. Hedley, «Les progrès faits par l'électrothérapie depuis vingt-cinq ans» (trad. de *The Lancet*), *Revue internationale d'électrothérapie*, t. VIII, 1898, p. 193 ; Ernest Onimus, «Électrothérapie», *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, t. 33, 1886, p. 282. ; *L'industrie française des instruments de précision. Catalogue publié par le syndicat des constructeurs en instruments d'optique et de précision*, Paris, 1901-1902, reed. A. Brieu, 1980, p. 105-106.

les-Marie Gariel, comme pour la plupart des électrothérapeutes, c'est l'usage de ces nouveaux ampèremètres, des milliampèremètres permettant des comparaisons entre des expériences indépendantes, qui ont changé le visage de l'électricité médicale²⁸. L'histoire de l'électricité se confondrait avec celle du milliampèremètre !

Toutefois, la référence récurrente à la mesure comme établissant la scientificité de l'électrothérapie reste largement rhétorique. On trouve peu de données numériques dans les guides médicaux d'électrothérapie et le « tact thérapeutique », adapté à chaque patient, demeure un impératif premier. La thérapeutique revendique bien davantage, comme on le verra plus loin, de s'appuyer sur la clinique, telle que l'a pratiquée Duchenne de Boulogne, et sur la médecine expérimentale.

L'électricité médicale, une nouvelle discipline ambitieuse et reconnue

À partir des années 1880, la situation change assez rapidement. Le discours de mépris ne se rencontre plus guère sous la plume des médecins français. L'électricité médicale devient un domaine de la médecine officielle, avec des services spécialisés dans de nombreux hôpitaux à Paris comme en province. Le premier, et le plus célèbre, fondé à la Salpêtrière par Romain Vigouroux dès 1875, est considéré en 1885 comme « une installation quasi industrielle de machines »²⁹. Plus de deux cents patients y sont traités par jour, essentiellement à l'électricité

statique (franklinisation), par des bains électriques collectifs, mais aussi par les courants induits (faradisation) appliqués individuellement. L'électricité permet à la fois une approche globale du patient avec la franklinisation et une approche « localisée » avec la faradisation. Au début du siècle, d'Arsonval ajoute l'usage des hautes fréquences à cet arsenal thérapeutique. En 1884, l'hôpital Cochin se dote d'un service d'électrothérapie et d'un laboratoire de recherche associé dont le directeur Godefroy Bardet enseigne l'électricité médicale à la faculté³⁰. Les chaires de physique médicale des facultés et écoles de médecine françaises, destinées à l'enseignement de la physique aux étudiants en médecine, se voient accaparées par les spécialistes de l'électricité médicale. À la fin du siècle, les hôpitaux de Bordeaux, Lyon, Nantes, Nancy, Lille, Montpellier, Clermont-Ferrand, Toulouse, Alger, sont notamment pourvus de services d'électricité médicale³¹. Ainsi à Clermont-Ferrand, plus de 1 200 séances d'électrothérapie sont administrées entre 1890, date de création du service, et 1893. Ces services suivent de près les progrès de l'électricité industrielle, se dotant de dynamos et de tableaux muraux d'appareils de mesures, comme en témoignent par exemple les photographies du service de l'hôpital de Bordeaux³², puis se reliant aux réseaux électriques urbains. Des cliniques privées d'électricité médicale apparaissent également en nombre, associant souvent la mécano-thérapie ou, dans les stations thermales, l'hydrothérapie, voire l'acti-

28. Charles-Marie Gariel in Godefroy Bardet, *Électricité médicale*, Paris, 1884, préface, p. vi.

29. Godefroy Bardet, *Electricité médicale*, Paris, 1884, p. 416 ; Dr. Z, « L'électricité à la Salpêtrière », *La Nature*, 2^e semestre 1885, p. 305-306.

30. Godefroy Bardet, *Comptes rendus des travaux du laboratoire de thérapeutique, 1884-1889*, Paris, 1889.

31. Jean Bergonié, *Archives d'électricité médicale*, t. II, 1894, p. 161-166.

32. Jean-Pierre Nérin, *Hôpitaux et hospices de Bordeaux au temps de la Belle Époque*, Bordeaux, Dossiers d'Aquitaine, 1993.

nothérapie (action du soleil) à l'électrothérapie.

Un grand nombre de traités sont publiés, les ouvrages de médecine y consacrent des parties importantes, les articles se multiplient dans les revues de vulgarisation³³. Les appareils d'électricité médicale sont également étudiés dans les facultés de physique à côté des autres appareils d'électricité industrielle, dynamos, moteurs ou appareils de télégraphie sans fil. Plusieurs revues spécialisées sont créées : la *Revue internationale d'électrothérapie* (1890), les *Archives d'électricité médicale* (1893) ou le *Bulletin officiel de la Société française d'électrothérapie* (1893). La *Société française d'électrothérapie* où d'Arsonval, membre de l'Académie des sciences, figure en place d'honneur, réunit des médecins mais aussi des physiciens, des constructeurs et des ingénieurs. « La spécialité médicale, pour utiliser le terme accepté, où l'on ne traite que d'électricité médicale, a été progressivement reconnue », peut écrire en 1893 Jean Bergonié, fondateur des *Archives d'électricité médicale*³⁴. Lui-même sera autorisé à transformer son titre de professeur de « physique médicale » en professeur de « physique biologique et électricité médicale »³⁵.

Les physiciens et les ingénieurs partagent avec les médecins la reconnaissance de cette nouvelle discipline. Les expositions de la *Société française de*

physique, de la *Société internationale des électriciens*, sociétés dont d'Arsonval fut également président, et les expositions universelles présentent les machines d'électricité médicale à côté des instruments de physique et des machines industrielles. Un grand nombre de constructeurs et de médecins (Bonnette, Bergonié, Carpentier, Chardin, Chauvin et Arnoux, Ducretet, Foveau de Courmelles, Gaiffe, Patin, Radiguet, Trouvé, etc.) y exposent leurs appareils³⁶. En 1899, Bergonié fait admettre une section « Électricité médicale » à l'*Association française pour l'avancement des sciences*.

Les électrothérapeutes français sont bien conscients du caractère privilégié de cette situation par rapport à d'autres pays, comme les États-Unis où l'électricité médicale est très peu enseignée dans les universités et n'est pas reconnue comme une spécialité médicale³⁷. De retour de l'exposition universelle de Chicago de 1893, Stéphane Leduc, professeur de physique médicale à Nantes, note que la société américaine d'électrothérapie est tenue par des praticiens, plutôt que par des scientifiques, et que ceux-ci luttent encore pour créer « une ligne de séparation » entre médecins instruits et charlatans³⁸. Il estime qu'aux États-Unis l'électricité médicale se trouve loin derrière l'électricité industrielle et entre les mains « d'électrothérapeutes de la réclame » qui guérissent toutes les mala-

33. Voir la bibliographie dans Sydney Licht, *Therapeutic Electricity and Ultraviolet Radiation*, Baltimore, Waverly Press Incorporated, 1959, p. 42-68.

34. Jean Bergonié, « Avertissement », *Archives d'électricité médicale*, t. 1, 1893.

35. *Revue internationale de l'enseignement*, t. 46, 1903, p. 218.

36. Pour un aperçu sur quelques-uns de ces appareils voir : « Une collection de coffrets d'électrothérapie, 1850-1890 », site de la BIUM, 2010, <http://www.bium.univ-paris5.fr/aspad/expo10.htm>

37. *Archives d'électricité médicale*, t. IV, 1896, p. 431-440 ; George Weisz, « Medical Directories and Medical Specialization in France, Britain and the United States », *Bulletin of the History of Medicine*, t. 71, 1997, p. 23-68.

38. Congrès de l'Association américaine d'électrothérapie, *Archives d'électricité médicale*, t. IV, 1896, p. 431-440.

dies avec une ceinture électrique ou un appareil plus ou moins électrique et plus ou moins secret³⁹. Certes on peut lire dans le *Bulletin de la Société française d'électrothérapie* des articles du docteur Baraduc sur la force vitale assimilée à la force électrique, mais les électrothérapeutes n'y vantent pas des ceintures ou des brosses à cheveux électriques. Leurs conférences publiques se veulent scientifiques et n'ont pas le *glamour* des spectacles de leurs homologues anglo-saxons⁴⁰. En France, ce serait plutôt du côté de l'homéopathie, de l'hypnotisme et du spiritisme que les médecins électriciens franchissent les frontières de la science académique.

De l'hôpital au cabinet médical et à la sphère privée

Dans les années 1890, de nombreux cabinets privés s'équipent en matériel d'électrothérapie. On peut suivre dans l'annuaire des médecins la progression du nombre des médecins électriciens : à Paris ils sont déjà une dizaine sur une centaine de spécialistes en 1888, et une trentaine en 1900⁴¹. Ainsi le docteur Paul Gachet, médecin et ami de Van Gogh, qui étudia à la Salpêtrière, annonce sur son papier à en-tête : « Applications de l'électricité au traitement des maladies chroniques et nerveuses. Au moyen des appareils sor-

tant des ateliers de M. Morin. » On voit l'importance accordée aux machines au regard du patient. Gachet a en outre fait installer, par les constructeurs Radiguet et Gaiffe, des batteries de piles, des bobines de Ruhmkorff, une machine magnéto-électrique. Il imagine des applicateurs et sondes diverses⁴². De même Édouard Branly, professeur de physique à l'Institut catholique mais aussi médecin, pratique l'électricité médicale à son cabinet, imagina un appareil électrique pour stimuler l'influx nerveux et fut président de la Société d'électrothérapie⁴³.

Certains de ces médecins prescrivent l'usage à domicile de petits appareils avec une posologie qui se veut aussi précise que le dosage de préparations médicales par le pharmacien. On peut voir dans le *Catalogue de la Manufacture française d'armes et cycles de Saint-Étienne*, sans doute l'ouvrage français au plus fort tirage au début du XX^e siècle, le nombre imposant de tels appareils domestiques proposés à la vente par correspondance et permettant l'auto-médication⁴⁴. Ce catalogue, source précieuse pour l'étude de la culture de la consommation, vendait dans toute la France, outre des bicyclettes et des fusils de chasse, tout ce qui peut être utile pour la maison, les voyages, les sports et activités les plus diverses⁴⁵. Une page entière y est consacrée au matériel d'électricité médicale. Les petits appareils

39. Stéphane Leduc, *Archives d'électricité médicale*, t. 1, 1893, p. 400.

40. Henri Baraduc, *Bulletin officiel de la Société française d'électrothérapie*, t. 2, 1894, p. 93 ; sur les spectacles anglo-saxons, voir Paolo Brenni, « Les courants à haute-fréquence apprivoisés à travers la darsonnalisation et les spectacles publics (1890-1930) », *Annales historiques de l'électricité*, t. 8, 2010.

41. *Guide Rosenwald. Annuaire de statistique médicale et pharmaceutique*, Paris, 1888, p. 41-71 ; 1900, p. 193-260.

42. B. Vouters, « Vincent et le docteur Gachet », *La Voix du Nord*, 1990 ; Paul Gachet, *Deux amis des impressionnistes, le docteur Gachet et Murer*, Paris, 1956, p. 38.

43. Christine Blondel, « Édouard Branly. Dalla parte della scienza », in A. Guagnini, G. Pancaldi (sous la dir. de), *Cento anni di radio. Le radici dell'invenzione*, Roma, Seat, 1995, p. 303-354.

44. *Catalogue de la Manufacture d'armes et cycles de Saint-Étienne*, Paris, Les Éditions 1900, 1988, p. 1089.

45. Timothy M. Scanlan, « French Mail-Order Catalogues as Teaching Tools: Vocabulary, Culture, and Conversation », *The French Review*, t. 52, 1978, p. 217.

portatifs destinés aux rhumatismes, aux voyageurs ou aux sportifs, « trouvent place chez tous et s'utilisent chaque jour ». Le fait que ces petites boîtes de bois s'accumulent dans les réserves de musées et se trouvent encore facilement dans les brocantes pour des sommes modiques, indique bien la popularité dont elles ont joui⁴⁶. Des appareils plus puissants, dont l'utilisation est prescrite par les médecins, sont destinés aux patients chroniques et,

Fig. 1 : Caricature d'Arsène d'Arsonval



(Louis Chauvois, *Arsène d'Arsonval, Soixante-cinq ans à travers la Science*, Paris, 1937, p. 421).

enfin, des appareils professionnels sont disponibles pour l'équipement des cabinets médicaux provinciaux. Alors que la vente d'appareils personnels est considérée dans certains pays comme une pratique de charlatan, elle relève de la médecine orthodoxe en France.

L'électricité médicale est intégrée dans la culture commune et contribue à façonner un imaginaire ambivalent autour de l'électricité, d'un côté bienfaisante et liée à la force vitale, de l'autre inquiétante et destructrice. Dans la littérature elle apparaît souvent comme bénéfique chez Balzac ou Villiers de l'Isle Adam, jusqu'à Paul Morand décrivant les « douces effluves » de la fulguration et les claquements de la foudre domestiquée. Les caricatures du docteur Letuber, médecin du Savant Cosinus, et d'Arsène d'Arsonval en demiurge (fig. 1), ou encore la représentation quelque peu diabolique de la salle d'électrothérapie de la Salpêtrière par l'illustrateur Daniel Vierge (fig. 2), qui y fut lui-même soigné, témoignent d'une perception plus critique⁴⁷.

Des lieux de sociabilité diversifiés

Médecins, physiciens, ingénieurs et constructeurs se rencontrent régulièrement aux séances des sociétés savantes (*Société française de physique*, *Société internationale des électriciens*, *Société française d'électrothérapie*), mais aussi dans les ateliers de constructeurs, situés au cœur du Paris universitaire, où ils

46. A.B. Davis, «Historical studies of medical instruments», *History of Science*, t. 16, 1978, p. 108.

47. Pour les occurrences du mot «électricité» dans Balzac, voir <http://www.v1.paris.fr/musees/balzac/kiriou/ch/tome32ch.pdf>; Paul Morand, *Fermé la nuit*, Paris (1923), Gallimard, 1983, p. 147; Christophe, *L'idée fixe du Savant Cosinus*, 1900, 7^e chant; Caricature de d'Arsonval dans Louis Chauvois, *D'Arsonval. Soixante-cinq ans à travers la science*, Paris, 1937, p. 421; "Service d'électrothérapie à la Salpêtrière. Electro-diagnostic par le Dr Vigouroux" in Gaston Trouvé, *Manuel d'électrologie médicale*, Paris, Dion, 1893, fig. 221; Mireille Dottin-Orsini, "Hystérie, peinture, écriture: l'Iconographie photographique de la Salpêtrière" in Jean-Louis Cabanès (sous la dir. de), *Eidolon*, n° 54, avril 2000, *Littérature et médecine II*, p. 140.

discutent des perfectionnements et innovations à apporter aux appareils. La firme Radiguet qui, comme GaiFFE, s'est spécialisée dans l'électricité médicale, a même créé un laboratoire et une bibliothèque spécialisés, tous deux ouverts aux médecins⁴⁸.

Dans la construction de cette nouvelle communauté, le laboratoire de d'Arsonval au Collège de France joue un rôle majeur. Le professeur y collabore avec des physiciens, des ingénieurs comme Marcel Deprez, des physiologistes comme Paul Bert avec qui il met au point un modèle de téléphone, des constructeurs comme Carpentier ou GaiFFE, et naturellement des médecins électriciens français (Tripiier, Apostoli, Oudin, etc.) ou étrangers comme le Viennois Stefan Jellinek.

C'est dans ce contexte que se nouent les liens entre d'Arsonval et deux autres médecins, les docteurs Soulages et Cornelius Herz pour lancer dès 1878 le projet d'une exposition internationale d'électricité. Une douzaine de médecins électriciens français feront partie de la commission d'organisation de l'exposition de 1881. Homme d'affaires autant que médecin, Herz crée l'année suivante la grande revue française d'électricité industrielle, *La Lumière électrique* dont les locaux deviennent un lieu de réunion de personnalités importantes dans la science, l'industrie, la presse, la finance et la politique. D'Arsonval noue des liens d'amitié avec Marcelin Berthelot, Paul Bert, Georges Clemenceau, Paul Doumer, des directeurs de journaux comme Maurice Bunau-Varilla, et se trouve au cœur d'un réseau où se croisent scientifiques, médecins, industriels et financiers. Ses activités comme conseiller scientifique

Fig. 2 : Daniel Vierge, « Le service d'électrothérapie à la Salpêtrière ».

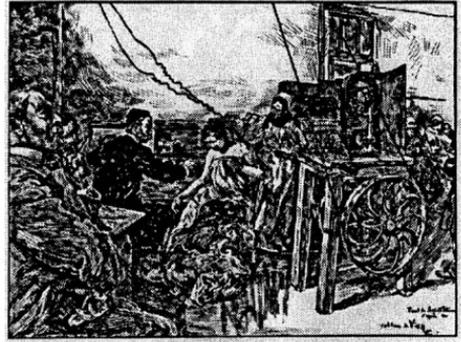


Fig. 221. — Service d'électrothérapie à la Salpêtrière. — Electro-diagnoste par le Dr Vigueres.

(Gaston Trouvé, *Manuel d'électrologie médicale*, Paris, 1893, fig. 221).

ou comme membre de conseils d'administration de sociétés industrielles lui offrent de multiples opportunités pour défendre l'électrothérapie.

Les médecins et constructeurs français spécialisés dans l'électricité médicale restent très présents dans les expositions et congrès internationaux ultérieurs. À l'Exposition universelle de 1900, sur les treize constructeurs français d'instruments d'électricité, dix d'entre eux produisent des appareils d'électricité médicale, un rapport nettement supérieur à celui des autres pays⁴⁹. Dans la section « Médecine » de l'exposition, l'électrothérapie remplace l'hygiène qui avait triomphé dans les précédentes expositions⁵⁰. À partir de 1905 sont organisés des congrès de physiothérapie qui rassemblent les praticiens mettant en œuvre les méthodes physiques en médecine, tout particulièrement l'électrothérapie, mais aussi la mécano-thérapie, l'hydrothérapie, l'actinothérapie, puis la

48. *Guide Rosenwald. Annuaire de statistique médicale et pharmaceutique*, Paris, 1900, p. 70.

49. *L'industrie française des instruments de précision...*, op. cit., p. XXXI.

50. Bernadette Bensaude-Vincent, « En flânant dans les expos : images de l'électricité », *Culture technique*, t. 17, 1987, p. 92.

radiumthérapie⁵¹. Pour d'Arsonval, « la thérapeutique de l'avenir n'emploiera comme moyens curatifs que les modificateurs physiques (chaleur, lumière, électricité et autres agents encore inconnus). Les drogues c'est l'empoisonnement »⁵². Après la chimie, mère de la pharmacie, le temps de la physique est venu avec l'électricité.

La médecine expérimentale de Claude Bernard et la médecine clinique à la Salpêtrière

Deux traditions me semblent marquer la culture des médecins électriciens français, celle de la médecine expérimentale de Claude Bernard et celle de la médecine clinique telle qu'elle est pratiquée à la Salpêtrière. On peut illustrer ces traditions par deux tableaux célèbres, appartenant à la peinture académique de la Troisième République, *La leçon de Claude Bernard* (1889) et *Une leçon clinique à la Salpêtrière* (1887). Sur le premier tableau (fig. 3), Claude Bernard entouré de collaborateurs dans son laboratoire du Collège de France va mesurer avec une sonde électrique la température d'un lapin vivant⁵³. La sonde et le galvanomètre, cruciaux pour le succès de l'expérience, ont été mis au point par son jeune assistant d'Arsonval, situé à sa droite. Le tableau met en scène plusieurs aspects essentiels de la vie de ce laboratoire : le recours aux instruments de la physique, le caractère collectif du travail expérimental qui y est mené et sa dimension publique. De nombreux témoignages décrivent en effet ce « Caveau » comme un lieu de discussions entre scientifiques de disciplines variées et

Fig. 3 : Léon Lhermitte,
La leçon de Claude Bernard, 1889.



(Académie nationale de médecine).

régulièrement visité par des journalistes, des philosophes et des hommes politiques. S'inscrivant dans la tradition de Claude Bernard pour qui « les forces mécaniques, physiques et chimiques sont les seuls agents effectifs de l'organisme vivant »⁵⁴. D'Arsonval bénéficie du prestige de son prédécesseur et se considère comme le fondateur d'une nouvelle discipline, la physique biologique ou biophysique. Il reprend par ailleurs l'argument essentiel de Duchenne de Boulogne en faveur des techniques physiques à savoir que l'électricité pénètre l'organisme sans détruire les tissus à la différence du scalpel, substituant une dissection inoffensive à la vivisection. Ses collaborations avec Étienne-Jules Marey et Paul Bert, un autre ancien préparateur de Claude Bernard, renforcent encore les liens de cette nouvelle médecine expérimentale avec la physique et avec le monde technique.

La deuxième tradition remonte à Duchenne de Boulogne considéré comme un « génie clinique » ayant fait de l'électrothérapie une science, en allant d'hôpital en

51. Voir la présentation des constructeurs dans *L'Exposition du troisième congrès international de physiothérapie, tenu à Paris du 29 mars au 2 avril 1910*, Paris, 1910.

52. Cité par Godefroy Bardet, *Électricité médicale*, 1884, p. 344.

53. Léon Lhermitte, *La leçon de Claude Bernard*, 1889 (Académie nationale de médecine).

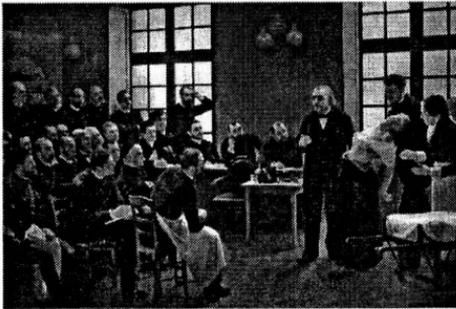
54. Cité par Léon Delhoume, *De Claude Bernard à d'Arsonval*, Paris, 1939, p. 22.

55. Paul Guilly, *Duchenne de Boulogne*, Paris, 1936, p. 14.

hôpital avec sa petite machine⁵⁵. Expérimentant sur un très grand nombre de patients, durant plusieurs décennies, en privé puis dans les hôpitaux parisiens, en particulier dans le service de Charcot à la Salpêtrière, Duchenne a pu affiner sa technique d'application de l'électricité. C'est à cette méthode clinique, recourant à un appareil de son invention permettant de régler les courants, que sont attribués ses diagnostics de nouvelles maladies neurologiques et ses succès thérapeutiques.

On voit sur le tableau *Une leçon clinique à la Salpêtrière* (fig. 4), peint avec l'accord de Charcot, alors gloire vivante de la médecine française, que l'application des courants d'induction s'est étendue aux troubles neurologiques⁵⁶. Si le couple formé par Charcot et la jeune femme hystérique attire le plus souvent l'attention, il faut en effet noter que c'est un appareil d'induction qui se trouve au centre du tableau, alimenté par une pile et manipulé par un assistant de Charcot (fig. 5). On retrouve dans cette *Leçon* à

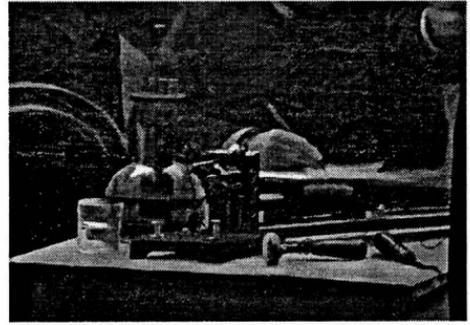
Fig. 4 : André Bouillet, *Une leçon clinique à la Salpêtrière*, 1887.



(Faculté de médecine de Paris)

la fois le caractère collectif et la dimension de spectacle public du laboratoire de Claude Bernard, puisque le Tout-Paris

Fig. 5 : L'appareil d'induction situé au centre du tableau de Bouillet.



venait assister à ces leçons. Un certain partage semble s'opérer entre les troubles neurologiques, spécialité de Charcot et de l'école de la Salpêtrière, et les troubles organiques sur lesquels se concentrent les disciples de d'Arsonval. L'électrothérapie, portée par les plus grandes autorités médicales, s'adresse à tout le champ de la thérapeutique.

L'alliance de la médecine expérimentale avec la physique expérimentale

Un autre réseau d'intérêt pour l'électricité médicale en France se tisse chez les physiciens, en particulier à travers le profil hybride des professeurs de physique médicale, à la fois physiciens et médecins. Dans les enseignements de physique médicale des facultés de médecine, les applications de l'électricité constituent, à partir des années 1870, une partie importante de l'enseignement. Les trois titulaires successifs de la chaire parisienne pendant la deuxième moitié du XIX^e siècle, Jules Gavarret, Charles-Marie Gariel et André Broca, sont à la fois ingénieurs de l'École poly-

56. J.L. Signoret, « Une leçon clinique à la Salpêtrière (1887) », *Revue de neurologie*, t. 139, 1983, p. 687-701 ; *La leçon de Charcot. Voyage dans une toile*, Paris, Musée de l'assistance publique, 1986.

technique et médecins. Tous trois ont fréquenté le laboratoire de d'Arsonval au Collège de France, ils ont mené des recherches sur des instruments électriques destinés à l'électrothérapie et ont écrit des traités d'électricité dans lesquels l'électrothérapie figure en bonne place. Les professeurs de physique médicale de province, quant à eux, sont les principaux créateurs des *Archives d'électricité médicale* et de la *Société française d'électrothérapie*. Tous ces professeurs sont en relation régulière, notamment à travers la *Société française de physique*, avec les autres physiciens français, en particulier les physiciens expérimentateurs.

Ces derniers se tiennent à l'écart des théories nouvelles, qu'elles soient anglaises ou allemandes, surtout si elles s'appuient sur les mathématiques, et ils se targuent de prendre l'expérience pour seul guide⁵⁷. Nombre de physiciens français sont très engagés dans l'instrumentation scientifique et s'impliquent dans des questions liées aux relations entre l'électricité et le vivant. Des laboratoires de physique, comme celui de Jules Violle à l'École normale supérieure ou celui de l'université de Montpellier, accueillent d'ailleurs des recherches directement liées aux effets thérapeutiques de l'électricité, puis des rayons X produits par les mêmes machines à haute tension.

Des travaux qu'on aurait tendance à prendre en compte dans le cadre de la physique ou de l'électricité industrielle, comme ceux de d'Arsonval sur les courants

sinusoïdaux ou sur les courants faibles, la mise au point du galvanomètre à cadre mobile par Deprez et d'Arsonval, du galvanomètre électro-capillaire par Lippmann, ou encore diverses recherches et mises au point d'instruments par Deprez, Joubert ou Mascart, sont menés dans la perspective d'usages en physiologie ou en médecine, avant que ces instruments ne soient repris par l'électricité industrielle⁵⁸.

On peut encore noter un rapprochement entre physiciens expérimentateurs et électrothérapeutes dans leurs pratiques de recherche. Édouard Branly, qui effectua un stage à la Salpêtrière dans son parcours médical, affirme, après que l'invention de la TSF lui eût été attribuée et à propos de ses expériences sur la conductibilité électrique des limailles métalliques : « J'ai fait des milliers et des milliers d'expériences, j'ai fait toutes les expériences possibles »⁵⁹. Ce type de recherche expérimentale, alors peu valorisé et revendiqué seulement après l'invention de la TSF, est à mettre en parallèle avec la pratique clinique de Duchenne par un recours identique à l'étude d'un très grand nombre d'objets ou de sujets. Enfin, ces médecins se retrouvent pour rechercher des analogies entre phénomènes physiques et phénomènes organiques : d'Arsonval propose un modèle électrique de muscle, Branly compare les propriétés électriques des limailles métalliques à celles des neurones, Stéphane Leduc cherche à recréer la vie avec les phénomènes d'osmose⁶⁰.

57. Christine Blondel, «Les physiciens français et l'électricité industrielle à la fin du XIX^e siècle», *Physis*, t. 35, 1999, p. 245-271.

58. Christine Blondel, «Entre l'électrophysiologie et l'électricité industrielle : le galvanomètre à cadre mobile» in C. Blondel, F. Parot, A. Turner, M. Williams (sous la dir. de), *Studies in the History of Scientific Instruments*, London, Roger Turner Books, 1989, p. 179-191.

59. Christine Blondel, «Edouard Branly. Dalla parte della scienza» in Anna Guagnini, Giuliano Pancaldi (sous la dir. de), *Cento anni di radio. Le radici dell'invenzione*, Roma, Seat, 1995, p. 303-354.

60. Maurice d'Halluin, «Stéphane Leduc : a-t-il créé des êtres vivants ?», *Revue des questions scientifiques*, XII, 20 juillet 1907, p.5-56.

L'électro-radiologie et l'émancipation des radiologues

À partir des années 1900, la radiologie est associée à l'électricité médicale par l'intermédiaire des appareils à haute tension, communs à l'électrothérapie et à la production de rayons X. Des services et chaires mixtes d'électro-radiologie se maintiennent jusqu'aux années 1930 dans certains hôpitaux parisiens. Mais nombre d'électrothérapeutes comme le plus actif d'entre eux, Jean Bergonié, se convertissent à la radiologie. La nouvelle technique dont l'efficacité diagnostique ne se discute guère prend une place de plus en plus importante à l'intérieur de l'association entre les deux disciplines. Or en médecine, la nosologie et en conséquence les avancées scientifiques dans le domaine du diagnostic sont davantage reconnues que les avancées empiriques dans le domaine thérapeutique.

En outre, avec la banalisation de la distribution de l'électricité, le prestige attaché à la science la plus moderne passe de l'électrothérapie à la radiologie qui conserve en parallèle son caractère mystérieux. L'activité des radiologues, davantage tournée vers l'interprétation des clichés que vers la maîtrise des appareils, les détache des physiciens accusés par certains radiologues d'avoir construit « un pays protectorat » à l'intérieur de la médecine⁶¹. En 1901 la *Société française d'électrothérapie* prend le nom de *Société française d'électrothérapie et de radiologie*, mais dès 1909 les radiologues font sécession en créant avec Antoine Béclère la *Société de radiologie médicale de Paris*, future *Société française de radiologie*⁶².

Si nombre de techniques de l'électricité médicale ont été intégrées à l'intérieur des différentes spécialités médicales et paramédicales (neurologie, chirurgie, cardiologie, kinésithérapie, etc.), la discipline en tant que telle disparaît progressivement du champ médical pendant l'Entre-deux-guerres. Comprendre ce déclin exigerait sans doute de prendre en compte aussi bien les innovations médicales de la période, l'absence d'un patron de l'envergure de d'Arsonval, la remise en cause de l'électrothérapie accusée simultanément de violence sur les patients et d'inefficacité ou encore le compagnonnage trop voyant des médecins électriciens avec le spiritisme et autres courants parallèles dont l'influence recule avec le renouveau du rationalisme⁶³.

Mais pendant quelques décennies l'électricité médicale s'est imposée à l'intérieur de la médecine française. La construction de la discipline a mis en jeu à la fois la tradition de médecine clinique représentée par Duchenne de Boulogne et la tradition de la médecine expérimentale établie par Claude Bernard et reprise par d'Arsonval. Sa légitimation s'est appuyée sur un réseau réunissant physiciens, électriciens et constructeurs d'instruments qui partagent non seulement des objets techniques, mais aussi une certaine vision de la pratique expérimentale, qu'elle s'applique à la matière ou au vivant. L'alliance entre la médecine expérimentale et la physique expérimentale, incarnée dans quelques figures majeures comme d'Arsonval, Branly, Lippmann, ou Marey et institutionnalisée au travers des professeurs de *physique médicale*, a ancré l'électricité médicale au cœur de la communauté scientifique.

61. Imbert et Bertin, «Service d'électrothérapie et de radiographie de Montpellier», *Archives d'électricité médicale*, t. VII, 1899, p. 222-231.

62. Henri Nahum, *La Société française de radiologie. Historique de la SFR*, 1999, site de la *Société française de radiologie* (<http://www.sfrnet.org/portal/site/societe/1-sfr/3%20-historique/index.phtml>).

63. Bernadette Bensaude-Vincent, Christine Blondel (sous la dir. de), *Des savants face à l'occulte, 1870-1940*, Paris, La Découverte, 2002.