

CÉRÉMONIE

DU CENTENAIRE DE LA NAISSANCE

D'

ARSÈNE D'ARSONVAL

A LA SORBONNE

le mardi 23 octobre 1951 ⁽¹⁾.

ALLOCUTION DE M. PIERRE CHEVENARD

Membre de l'Académie des sciences.

Le fondateur de la mécanique ondulatoire a écrit dans « Savants et Découvertes » : « La Recherche scientifique et technique exige pour ses progrès la collaboration d'ouvriers aux qualités diverses : ceux qui, portés vers les idées générales, sont aptes à imaginer des conceptions nouvelles, à percevoir des harmonies cachées et des lois

⁽¹⁾ Cérémonie organisée par l'Union des Associations scientifiques et industrielles françaises, dont le président est M. Pierre Chevenard.

insoupçonnées; ceux qui, patients et méthodiques, savent effectuer de longs et arides calculs, ou poursuivre au laboratoire de méticuleuses expériences; ceux qui, enfin, habiles à manier la matière et sachant pressentir les possibilités qu'elle offre à notre action, sont tout naturellement des inventeurs et des ingénieurs».

Tel est bien le cas général. Mais il est des hommes exceptionnels, également propres aux spéculations hardies, aux expériences astreignantes et minutieuses, aux réalisations achevées, susceptibles d'être rangés dans l'une ou l'autre de ces catégories. Arsène d'Arsonval fut de cette élite rare.

La physiologie, la physique, la thérapeutique peuvent revendiquer celui qui a découvert des connexions mystérieuses entre les phénomènes de la vie et les manifestations de l'électricité, le patient metteur au point des premières techniques de la haute fréquence, le fondateur de l'électrothérapie. La science spéculative peut s'annexer « l'intuitif et l'imaginatif ayant du coup d'aile et de l'envergure », pour lui appliquer sa propre définition du chercheur qui trouve. Mais l'industrie n'a pas un moindre titre à réclamer l'inventeur du galvanomètre à cadre mobile, le génial précurseur qui fit adopter la transmission de l'énergie par l'électricité et proposa d'utiliser l'énergie thermique des mers. Voilà pourquoi l'Union des associations scientifiques et industrielles françaises, dont le président s'identifie avec celui des Ingénieurs civils de France, s'est accordé l'initiative de cette manifestation; voilà pourquoi un métallurgiste a l'honneur d'occuper cette tribune.

Chacun connaît l'historiette, où « la fiction s'entrelace à la vérité », qui relate la première rencontre, en 1874, d'A. d'Arsonval avec celui qui devait devenir son maître vénéré, Claude Bernard; une démonstration publique manquée par la défaillance d'un galvanomètre, alors à aimant mobile, c'est-à-dire hypersensible aux causes perturbatrices; l'offre faite par notre héros, âgé de 24 ans, de réparer le fantasque instrument; la promesse tenue et l'entretien bienveillant accordé par le savant que J. B. Dumas appelait « la physiologie elle-

même» au futur créateur de la darsonvalisation. «Cet étudiant en médecine, naguère candidat à l'École polytechnique, alors externe à l'hôpital de l'Enfant-Jésus, a écrit Joseph Bédier, que sut-il révéler de lui-même, de sa formation intérieure, de ses rêves, de ses espoirs? La légende ne le dit pas. Elle dit seulement, et c'est plus beau ainsi, qu'à l'instant même le génie reconnut le génie, qu'à l'instant même Claude Bernard découvrit d'Arsonval».

Pour assagir le galvanomètre, il imagine d'en modifier le mécanisme. Il rend la bobine mobile autour d'un axe, il la rappelle par un ressort et la dispose dans le champ fixe d'un puissant aimant permanent. Ce dispositif, déjà utilisé par Lord Kelvin, mais à l'insu d'A. d'Arsonval et dans un autre but, se révèle à la fois puissant, fidèle et totalement insensible aux champs perturbateurs. L'inventeur prévoit même des formes et des dispositions irréalisables à l'époque, mais devenues aujourd'hui possibles grâce aux nouveaux aciers à aimants et démontrées avantageuses. Et, celui qui rend ainsi facile et précise la mesure des courants continus, des plus faibles aux plus intenses, dote la physique, la physicochimie, l'électricité, la mécanique, la thermique, la physiologie, . . . d'un incomparable instrument de recherches et de contrôle. Il procure à l'industrie un facteur de progrès aux conséquences incalculables.

Il serait facile, mais il serait trop long, d'énumérer les titres d'Arsène d'Arsonval à la reconnaissance des industriels. Soit qu'il invente un récepteur téléphonique polarisé et un microphone; soit qu'il développe, après Hertz, et indépendamment de N. Tesla et de E. Thomson, les montages de la haute fréquence, préluant ainsi aux applications d'un procédé extraordinairement souple et précis pour la réalisation des hautes températures et pour la chauffe localisée; soit qu'il seconde les efforts de Z. Gramme, de H. Fontaine et de M. Deprez, en faveur de l'électricité pour transmettre l'énergie à longue distance; soit qu'il apporte ses connaissances de savant et son instinct de réalisateur à des affaires industrielles, à l'Air liquide, à la Société d'électrocéramique, à la Maison Gaiffe, Gallot et Pilon etc. . . ;

soit que, président l'Académie des Sciences en 1917, il soit un promoteur de cette Section à laquelle j'ai la fierté d'appartenir.... il a bien mérité de l'industrie.

Mais il lui a rendu un autre service, moins visible et non moins important. En combattant l'étrange conception de la force vitale, qui était censée soustraire les organismes vivants aux lois de la physicochimie, il a contribué à imposer le déterminisme bernardien, et les résultats de cette croisade ont largement débordé le domaine de la physiologie. N'y avait-il pas, dans nos usines, des empiristes pour estimer les lois de la physique et de la chimie trop schématiques pour être efficacement applicables aux phénomènes extraordinairement complexes des fabrications; ne leur reprochaient-ils pas d'être trop théoriques pour éclairer la pratique? Au nom de ceux qui ont dévoué leur carrière à l'imprégnation scientifique de l'industrie, qu'il me soit permis de rendre à d'Arsonval un hommage de gratitude.

Le Dr Louis Chauvois, auteur d'un « D'Arsonval », a signalé le nombre élevé de savants issus du Limousin. Dans le seul espace compris entre la Vienne et la Briance, Pierre-Buffière, Saint-Léonard de Noblat, Sussac, La Porcherie tirent orgueil de Dupuytren, de Gay-Lussac, de Cruveilhier, d'Arsène d'Arsonval. Curieux rapprochement, le quadrilatère dessiné par ces quatre pays ressemble à la constellation d'Orion: les deux bouts de la grande diagonale sont occupés, dans le Ciel, par Bételgeuse et Rigel, en Limousin, par Gay-Lussac et d'Arsonval. Sans verser dans l'astrologie, il est permis de mettre en parallèle les rayonnements émis par ces étoiles de première grandeur. De même que Rigel dissipe follement, depuis des millénaires et dans toute l'étendue du spectre, l'éblouissante énergie associée à ses douze ou quinze mille degrés, de même d'Arsonval a semé sans compter les idées hardies et justes dans les domaines les plus divers de la physique et de la physiologie, de la thérapeutique et de la technique industrielle.

Sans doute est-il encore, dans les écrits du maître, des pensées fécondes qui attendent leur animateur. Le projet d'utiliser l'énergie thermique des mers, proposé en 1881, n'a-t-il pas attendu quarante ans Georges Claude ! Et voici, à ce sujet, une anecdote peu connue, qui projette un surcroît de lumière sur la générosité d'un homme à la bonté légendaire. Comme Georges Claude, qui vient de découvrir l'antériorité, se plaint amicalement qu'elle ne lui eût pas été signalée, d'Arsonval répond : « Je l'avais oublié ». Mais l'entretien a eu un témoin, Ch. Nordman, qui, demeuré seul avec le savant, s'étonne d'un tel oubli. « C'était, répond d'Arsonval, pour ne pas freiner l'élan de Georges Claude ». « Tout l'homme est là », pouvons-nous ajouter avec Nordman ! Parlant d'un tel semeur d'idées, avais-je tort d'évoquer la prodigalité du rayonnement stellaire ?

Par les voix hautement qualifiées de M. le professeur Strohl, de M. le doyen Binet, de M. le duc de Gramont, vous allez connaître la vie et l'œuvre d'un homme qui incarne les caractéristiques du savant français : envolée du génie et travail méticuleux, conceptions hardies et réalisations achevées, vaste curiosité et sillons profondément creusés, générosité et panache.

Ayons confiance. Une vie d'une telle noblesse, d'une telle richesse, d'une telle efficacité pour la marche de la technique, de la science et de l'esprit, ne peut manquer de stimuler l'ardeur de notre jeunesse studieuse ; la terre limousine, la terre de France n'ont pas cessé d'être fécondes.

EXPOSÉ DE M. LÉON BINET

Membre de l'Académie des sciences.

A. d'ARSONVAL PHYSIOLOGISTE ET MÉDECIN

MESSIEURS,

Si l'on a universellement célébré le génie du physicien et de l'inventeur, si l'on a bien présenté le pionnier qu'il a été dans la science et dans les innombrables applications de l'électricité, peut-être n'a-t-on pas suffisamment considéré d'Arsonval comme *physiologiste* et comme *médecin*. Cependant, au Collège de France, c'est la chaire de Médecine qu'il a occupée et illustrée. Pendant plus de cinquante ans, il fut membre de notre Académie Nationale de Médecine qui célébra ses noces d'or avec un vif éclat et c'est devant cette Académie qu'il présenta le premier des nombreux instruments qu'il devait concevoir: une seringue originale et aussi un thermomètre médical que, jeune étudiant, il avait apporté de Limoges. A l'Institut où son autorité était grande, ne siégeait-il pas dans la section dite de « Médecine et Chirurgie »? Enfin ses historiens, Louis Chauvois, Léon Delhoume, sont des médecins de qualité.

J'ai eu le privilège de connaître et l'honneur d'admirer d'Arsonval au Collège de France, de l'applaudir à sa présidence de notre Société de Biologie; je lui ai rendu visite, plusieurs fois, à Nogent-sur-Marne, dans son Laboratoire de Physique biologique; mais je voudrais dire l'émotion que j'éprouvais quand j'allais le voir en Limousin, dans son domaine de « La Borie », à La Porcherie.

Je connaissais bien ce coin de France qui a été illustré par des médecins et des chirurgiens éminents: Limoges où est mort Jean Cruveilhier; Pierre-Buffière, le pays de l'habile Guillaume Dupuytren; Uzerche où est né Alexis Boyer, ce garçon-barbier qui vient à pied à Paris, conduisant un troupeau de bêtes et devient chirurgien de Napoléon, est nommé Baron d'Empire et entre à l'Institut. Avec quelle curiosité j'ai visité la campagne limousine au milieu de laquelle A. d'Arsonval se sentait pleinement heureux! Il y parlait avec enthousiasme de la qualité du climat, de la pureté de l'atmosphère, de la beauté du paysage.

C'est dans son domaine de La Borie que A. d'Arsonval voulut bien évoquer devant moi le souvenir de ses ancêtres; fils et petit-fils de médecins de campagne, il avait une profonde admiration pour ces praticiens actifs, dévoués et bons observateurs et il me rapportait la façon originale qu'a dû utiliser son père pour formuler des ordonnances. « Appelé un jour dans une maison perdue dans la montagne, mon père constate que sa sacoche ne contenait pas la drogue idoine; il fallait envoyer chez le pharmacien. Au moment de formuler, il n'y avait pas de quoi écrire. Mon père avise une porte blanchie à neuf, taille un fumeron pris au foyer et écrit son ordonnance sur la porte. « Attelle tes vaches, dit-il au paysan, et conduis cette porte au pharmacien; il te donnera ce qu'il te faut pour ta femme ».

Il ne manqua pas, au cours de nos conversations, de me dire l'intérêt particulier qu'il portait aux forêts de chênes et aux châtaigneraies de son Limousin et je crois l'entendre encore me parler de ses bois. « Parfois, en bordure du taillis, on découvre un vieux châtaignier, plusieurs fois centenaire, dont le vieux tronc évidé offre un abri à toute une famille. Il ne vit que par sa puissante écorce, mais si le vent vient un jour l'abattre, il ne meurt pas pour si peu. De vigoureux rejetons s'élancent bientôt de sa souche immortelle, réalisant ainsi, sans bouger de place, le mythe de la transmission du flambeau ». « Oui, nous sommes bien les produits de notre sol limousin et c'est pourquoi nous éprouvons si ardemment le besoin d'y

dormir notre dernier sommeil, à l'ombre de nos châtaigniers immortels». Le vœu de d'Arsonval s'est accompli; il repose aujourd'hui à l'ombre des arbres qu'il aimait, dans une toute petite chapelle, à côté de ses parents.

Dans l'œuvre de ce savant, de nombreuses découvertes doivent être soulignées et détaillées. Ses recherches classiques en électricité, son fameux galvanomètre, la contribution qu'il apporta à la télégraphie sans fil, à l'automobile, à l'aviation, au téléphone, puis aux rayons X, enfin à l'industrie de l'air liquide ont été souvent détaillées. L'application à la médecine des courants à haute fréquence constitue sans doute la partie la plus importante de son œuvre médicale. Nul n'ignore les incomparables services que devait apporter cette géniale application des courants électriques à haute fréquence et les possibilités thérapeutiques qu'elle offre aujourd'hui, tant en diathermie que dans le traitement des affections cutanées et en chirurgie, avec le merveilleux bistouri électrique. De telles acquisitions constituent pour leur auteur un titre à l'admiration universelle et justifient bien le terme de « darsonvalisation » devenu aujourd'hui un terme classique.

Que dire du Physiologiste et du Médecin ?

Physiologiste, d'Arsonval parlait à chaque instant de Claude Bernard; médecin, il citait volontiers Laennec. En effet si d'Arsonval avait pour Claude Bernard une admiration sans limite et une gratitude fidèle, il aimait évoquer souvent des souvenirs de Laennec dont son propre père avait eu l'honneur d'être l'assistant. Rapportons l'éloge qu'il fit aux cérémonies du centenaire de ce grand médecin: « Parmi les savants qui, depuis près de quatre cents ans, ont professé la médecine dans la célèbre fondation de François 1^{er}, la figure de Laennec se détache de façon lumineuse. Le grand Breton possédait, en effet, deux qualités rarement réunies. Il fut à la fois un novateur et un incomparable réalisateur... » Et il souligne le novateur,

l'intuitif génial qui inventa le stéthoscope et par là ouvrit la voie si féconde de l'exploration instrumentale en médecine. Et d'Arsonval de terminer son éloge en disant: « Avant Laennec, le diagnostic était un art; par son impulsion géniale, il s'est doublé d'une science ». J'ai eu sous les yeux une lettre de d'Arsonval, écrite au crayon, le 10 décembre 1926, dans laquelle il faisait la remarque suivante: « Les médecins ont l'air de dédaigner le stéthoscope et ils se trompent, car en l'inventant Laennec a ouvert la voie à toute la méthode instrumentale du diagnostic moderne, et lui l'avait bien senti ».

Parmi les travaux physiologiques de d'Arsonval qui intéressent au plus haut point la médecine, nous voudrions souligner d'abord sa thèse de doctorat en médecine, soutenue en 1877 et consacrée à des *Recherches théoriques et expérimentales sur le rôle de l'élasticité pulmonaire dans les phénomènes de la circulation*. Tous ceux qui s'intéressent aujourd'hui à l'étude de la pression intra-pleurale ne manquent pas de s'y référer. L'auteur utilise une comparaison imagée de la mécanique respiratoire quand, dans ses conclusions, il écrit: « La cage thoracique figure une *grande ventouse* dans laquelle le poumon est attiré et où il est maintenu par la pression atmosphérique ». Étudiant la diminution de pression qui constitue le vide pleural, d'Arsonval souligne, avec le physiologiste bruxellois P. Heger, l'action favorable que cette légère dépression exerce durant l'inspiration sur la circulation sanguine dans les vaisseaux capillaires du poumon: plus le poumon est dilaté en inspiration naturelle, plus il est perméable au sang et il fait cette remarque: « Le sang et l'air qui doit le revivifier se précipitent au-devant l'un de l'autre et l'on peut dire que dans la respiration naturelle, plus le poumon contient d'air, plus il contient de sang ».

Les problèmes de *calorimétrie* ont retenu l'activité de d'Arsonval pendant de nombreuses années. Il a parfaitement défini les conditions générales de telles recherches dans le domaine de la biologie, soulignant la différence qui existe entre la notion de température interne ou locale d'un organisme et sa production de chaleur. Il lui appartient d'avoir établi la méthode calorimétrique par compensation,

bientôt adoptée par les physiciens et les physiologistes, et nous tenons à rappeler les différents modèles de calorimètres qu'il a successivement imaginés et appliqués à l'étude de l'homme et des animaux: le « calorimètre compensateur », le « calorimètre par rayonnement » et l'« anémo-calorimètre ».

L'ensemble de ces dispositifs devait lui permettre des constatations de la plus haute portée et nous voudrions surtout retenir l'importance de la notion de surface, parce qu'elle domine la calorimétrie moderne. Résumant les conclusions de deux notes présentées à la Société de Biologie en 1880 et en 1884 à propos de l'influence du poids et de la taille sur la thermogénèse de l'animal, d'Arsonval écrit: « Les expériences m'ont démontré que pour un même poids d'animal, la chaleur produite est simplement fonction de la surface ». Mais il importe de distinguer la surface de rayonnement d'un corps brut, inanimé, de celle d'un organisme vivant. Celui-ci n'a-t-il pas le pouvoir de modifier sa circulation périphérique, et par conséquent, sa surface de rayonnement? Dans sa deuxième note, d'Arsonval apporte une retouche qui traduit une vue pénétrante du problème envisagé: « La surface de déperdition d'un animal n'est pas constante comme sa surface physique; par conséquent, la surface géométrique n'est pas suffisante pour qu'on en puisse déduire la perte du rayonnement ». Une telle notion de la modification des données physiques par les mécanismes régulateurs qui interviennent en physiologie, se montre capitale et révèle le génie du biologiste dans le physicien. Pour avoir été assimilée à une loi physique et appliquée sans doute avec trop de rigidité, la loi des surfaces a donné lieu à des controverses.

Par ailleurs, étudiant la chaleur dégagée par l'homme dans diverses conditions, d'Arsonval, en 1894, souligne l'influence des facteurs: vêtements, attitude, digestion, température extérieure qui affectent grandement la thermogénèse. N'est-ce pas une invitation à définir les conditions de température, de repos et de nutrition strictement déterminées pour aborder une étude comparée de la calorimétrie chez différents sujets, humains ou animaux?

L'importance de ces facteurs est reconnue aujourd'hui par tous ceux qui effectuent de telles mesures. En particulier, dans l'étude si répandue du métabolisme de base et de la dépense de fond par la méthode des échanges respiratoires, on ne saurait manquer de mettre le sujet à jeun, au repos allongé, en état de relâchement musculaire et dans une température ambiante voisine de la neutralité thermique.

Sur la demande de son Maître Brown-Séguard qui, pour lutter contre les effets de la sénescence, préconisait l'usage du *liquide organique*, préparé en partant des glandes mâles, d'Arsonval s'attache à l'étude des extraits d'organes. Ces travaux devaient avoir une portée considérable, en ce sens qu'ils annonçaient l'opothérapie moderne et qu'ils constituaient un appel ardent en faveur d'une telle thérapeutique, alors insoupçonnée. L'état actuel de l'opothérapie est la preuve éclatante de la portée de tels travaux publiés il y a 60 ans et nous voudrions transcrire ici quelques lignes significatives sur cette question publiées avec Brown-Séguard et qui prouvent à quel point notre savant a su discerner l'avenir réservé à l'endocrinologie. On trouve dans nos comptes-rendus de la Société de Biologie, en 1891, ces lignes : « La question s'est donc élargie, et maintenant nous croyons que tous les tissus, glandulaires ou non, donnent quelque chose de spécial au sang, que tout acte de nutrition s'accompagne d'une sécrétion interne. Nous croyons, en conséquence, que tous les tissus pourront être employés, dans des cas spéciaux, comme mode de traitement, qu'il y a, en un mot, à *créer une thérapeutique nouvelle* dont les médicaments seront les produits fabriqués par les différents tissus de l'organisme, que toutes les cellules d'un organisme sont rendues ainsi solidaires les unes des autres par un mécanisme autre que le système nerveux ».

Parmi les problèmes médicaux auxquels s'attache d'Arsonval, on ne saurait passer sous silence ses recherches effectuées sur la respiration de l'homme dans les sous-marins et il nous faut aussi souligner tout ce qui concerne le *climatisme* ; à ce sujet préfaçant un

traité de Climatologie, il rédige les lignes suivantes: « Il suffit parfois d'élever nos malades à quelques mètres seulement au-dessus du sol pour en modifier complètement les conditions hygiéniques ». C'est ainsi qu'il fut conduit à organiser un Institut d'Hydrologie et de Climatologie pour la mise en valeur des richesses thermales et climatiques de la France. D'Arsonval, tout d'abord, avait mis à la disposition de notre collègue Albert Robin l'amphithéâtre de sa Chaire de Médecine, afin de lui permettre d'organiser un enseignement supérieur d'hydrologie. Secondairement, la question s'élargit. « Notre pays n'est-il pas riche, non seulement en stations hydrominérales, mais aussi en stations climatiques et en stations marines dont l'exploitation purement empirique doit comporter une étude exclusivement scientifique? » Ainsi naquit l'idée féconde de grouper, sous le patronage du Collège de France, un certain nombre de laboratoires de recherches, appartenant à l'École pratique des Hautes Études et ayant, de ce fait, un caractère purement scientifique et désintéressé. Ces laboratoires furent autorisés à se grouper sous la dénomination d'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

Nous voudrions encore dans cette œuvre si vaste, isoler quelques points concernant le biologiste et le médecin? Nous envisagerons successivement ici ses études sur les réactions psychomotrices, sur l'état de choc et enfin sur le mécanisme de la mort par l'électricité; pour conclure, nous tenterons de souligner la portée humanitaire des recherches de ce savant.

A. d'Arsonval répétait volontiers le mot de Lord Kelvin: *Il n'y a science que là où il y a mesure*. Pareille opinion devait le conduire à la mise au point — entre tant d'autres appareils de précision — d'un chronomètre électrique mesurant la vitesse des impressions nerveuses et qui, selon la pensée même de d'Arsonval, devait répondre à un besoin de la clinique des maladies nerveuses, ingénieux appareil dont on admire l'originalité et qui peut rendre les services les plus grands. Ce merveilleux dispositif est particulièrement indiqué pour mesurer les temps de réactions psychomotrices visuelles, auditives

et tactiles. Chez l'homme normal, les premiers sont de 19/100^e, les second et troisième sont de 14/100^e de seconde. Cet appareil a été largement utilisé pendant l'autre guerre pour la sélection des pilotes aviateurs et de nos jours, il a été modifié pour la sélection des sujets chargés des services de transports en commun. Dans de nombreux laboratoires, on a interrogé à l'aide de ce dispositif, l'action du café, du thé, de l'alcool, du tabac sur le système nerveux central et on a pu explorer le retentissement sur les centres nerveux supérieurs de la surprise, de la distraction et de divers syndromes (commotion cérébrale, intoxication opiacée...).

Dans un mémoire lu devant l'Académie des Sciences, le Lundi 20 février 1882, Brown-Séguard décrivait une série d'états morbides parmi lesquels le choc traumatique est souligné et les hémorragies sont citées; il rapporte, dans ces cas, l'existence des variations des gaz du sang. « Des recherches faites par mon préparateur d'Arsonval ont montré, écrit-il, que la proportion de gaz carbonique est moindre dans ces cas ». Cette conception a été reprise il y a quelques années: elle n'a pas seulement un intérêt biologique, elle appelle, croyons-nous, une thérapeutique bicarbonatée correctrice et nous ne cessons, depuis 1940, de conseiller l'emploi d'un sérum chloruré, bicarbonaté, hyposulfité, pour lutter chez les blessés contre le choc et l'hémorragie.

D'Arsonval s'est trop adonné à la recherche dans tous les domaines de l'électricité, pour ne pas aborder le problème de ses dangers biologiques, en particulier de la mort par l'électricité dans l'industrie. Ses diverses communications faites à l'Académie des Sciences, de 1885 à 1887, le conduisent à cette conclusion que les courants employés jusque-là dans l'industrie tuent le plus souvent par arrêt respiratoire. « La respiration artificielle, en empêchant l'asphyxie, permet à la respiration naturelle de se rétablir ». Dans une lettre qu'il écrivait à un ami, en 1931, il revient sur ses travaux antérieurs et souligne que les recherches de son élève Jellinek viennent confirmer ce qu'il avait indiqué en 1886, soit 1° qu'un foudroyé doit être soigné.

comme un noyé; 2° qu'il faut continuer la respiration artificielle dans ces deux cas, sans se lasser et pendant des heures.

Il ajoute: « Mes expériences de 1886 ont servi de base à tous les règlements sur les accidents électriques dans le monde entier et j'ai de la sorte rappelé à la vie indirectement bien plus de gens que si j'avais fait de la clientèle médicale ».

La syncope respiratoire due au courant électrique, qui tue en quelques minutes à l'air libre, peut être tolérée si l'animal est soumis à une oxygénation suffisante. Par le fait même d'avoir évité l'asphyxie, on peut s'opposer à la mort.

Les quelques exemples recueillis dans l'œuvre de d'Arsonval nous semblent suffisamment probants pour montrer en lui un savant d'une exceptionnelle envergure qui était heureux de contribuer à soulager et à guérir les hommes.

Pour conclure, nous voudrions transcrire une note qu'il écrivait en 1933. S'adressant au grand public, il faisait l'éloge de « l'Armée des représentants de la science biologique, cette grande sœur de charité des temps modernes ». « Que ce soit, disait-il, à eux tous qu'aïlle notre reconnaissance, car c'est de leurs laboratoires, le plus souvent mal dotés, que partent ces missionnaires pacifiques qui répandent dans nos hôpitaux, dans le pays, leurs doctrines bienfaisantes. »

Le laboratoire de d'Arsonval, — vous ne me contredirez pas, Messieurs, — a occupé une place primordiale parmi ces temples où la Science et la Charité s'associent si heureusement, où le savant veut travailler pour le bien-être et pour la santé des hommes.

EXPOSÉ DE M. ARMAND DE GRAMONT

Membre de l'Académie des sciences.

D'ARSONVAL PHYSICIEN

MONSIEUR LE MINISTRE ⁽¹⁾,
MESDAMES, MESSIEURS,

L'œuvre de d'Arsonval, considérée du double point de vue physiologique et médical, vient de vous être brillamment exposée. Il me reste à vous dire quelques mots des instruments créés par lui au cours de ses recherches, instruments qui le placent au rang des plus ingénieux novateurs.

D'Arsonval a pu voir la « fée Électricité », comme on disait au siècle dernier, pénétrer dans nos demeures et modifier profondément notre vie de chaque jour; ceux qui ont utilisé les premières ampoules électriques venant prendre la place de la lampe Carcel ou du bec de gaz, se souviennent de l'émotion admirative causée par ces sources de lumière sans fumée, presque sans chaleur. Puis le téléphone fit son apparition, bouleversant notre vie quotidienne. D'Arsonval, dont l'imagination était si fertile, devait être influencé par cette ambiance magique, à une époque où les recherches des physiciens ne tendaient qu'à l'amélioration du confort et des relations humaines.

Les admirables applications qu'a faites d'Arsonval des courants électriques ont rendu son nom célèbre dans l'univers entier, mais

(1) M. André Marie, Ministre de l'Éducation nationale.

nous devons rappeler ici les recherches qu'il a effectuées dans d'autres parties de la physique: en calorimétrie, en optique et dans l'obtention des basses températures.

D'Arsonval se propose de mesurer les calories engendrées par un être vivant; il s'agissait de disposer d'enceintes protégées des actions extérieures, permettant la vie de l'animal et enregistrant, par un état d'équilibre, la quantité de chaleur produite. Les régulateurs de température ont été, au cours de ce siècle, largement perfectionnés, mais le jeune préparateur de Claude Bernard ne disposait d'aucun de ces appareils de contrôle et il dût créer de toutes pièces ses calorimètres enregistreurs.

L'animal est placé dans une chambre à double paroi entre lesquelles circule un courant d'eau qui arrive à une température déterminée et dont la température de sortie sera fixée; à cet effet, un régulateur d'écoulement commande la vitesse du courant et inscrit en même temps cette vitesse sur un tambour. Cet appareil peut être complété par une enceinte à température constante: une membrane régulatrice commandera la quantité de gaz consommée. Dans le compte-rendu de ses expériences, d'Arsonval rend justice à Marey, dont il utilise les méthodes d'enregistrement.

D'Arsonval effectue des mesures sur des animaux de différentes tailles; il montrera ainsi que les oiseaux doivent leur température élevée à leurs plumes protectrices et non pas à une combustion accélérée. Il voudra ensuite étendre à la calorimétrie humaine les mesures qu'il a faites sur les animaux: le calorimètre pourra contenir un individu: le principe de l'appareil sera le même, mais l'enceinte régulatrice sera constituée par un grand thermomètre périphérique, thermomètre à air au lieu d'être à liquide.

Quelques années plus tard, en 1894, il crée l'anémocalorimètre, appareil très simple, et que l'on peut déplacer facilement. Le sujet est enfermé sous une sorte de cloche en étoffe: «L'air peut pénétrer librement, dit-il, par la partie inférieure de cette chambre et s'échapper par une courte cheminée située à la partie supérieure. La présence du sujet agit comme une source de chaleur et détermine un

tirage d'autant plus actif qu'il dégage plus de chaleur. En plaçant un anémomètre au-dessus de la cheminée d'appel, le nombre de tours du moulinet dans l'unité de temps donne une mesure très exacte de la vitesse du courant d'air, et, par suite, de la chaleur dégagée par l'individu». Et il ajoute: «Ce procédé est d'une sensibilité surprenante et j'ai été vraiment étonné de la rapidité et de la justesse des indications qu'il fournit».

Ces dispositifs seront bientôt utilisés dans de nombreux appareils industriels destinés à contrôler la température, la pression, l'écoulement d'un gaz ou d'un liquide.

Et voici maintenant un difficile problème d'optique que d'Arsonval a résolu en créant, il y a plus de soixante ans, un appareil qui, à l'heure actuelle, ne serait pas démodé. Il avait à comparer le pouvoir absorbant ou la concentration de deux solutions d'une même substance; d'Arsonval, qui cite toujours ses prédécesseurs, nous dit que ce mode d'analyse optique a été introduit en physiologie par Vierordt; mais le spectrophotomètre différentiel qu'il fait construire par Pellin est entièrement original: il juxtapose deux spectres provenant de la même source, mais l'un des deux est modifié par la solution interposée; un système de diaphragmes différentiels permet pour chaque région du spectre de modifier le rapport des flux lumineux et de mesurer par suite l'absorption cherchée.

Mais, c'est sans doute dans le domaine électrique, comme vous l'avez vu, que l'œuvre de d'Arsonval a été la plus marquante. Avant sa découverte fondamentale de l'électricité musculaire, il avait déjà réalisé bien des dispositifs originaux. Il veut mesurer la température instantanée des tissus profonds ou du sang au sein des gros vaisseaux et il crée à cet effet ses aiguilles thermo-électriques: «elles ont reçu, écrit d'Arsonval, une disposition nouvelle qui rend absolument inutile de les entourer d'une gaine isolante. Pour cela j'ai disposé un des métaux, sous forme de tube, autour du second métal qui entre dans ce tube à la façon d'un mandrin isolé jusqu'au point

où se fait la soudure thermo-électrique». Il rend ces électrodes impolarisables en les constituant par un fil d'argent recouvert de chlorure d'argent fondu. «J'ai pu, dit-il, ainsi constater sur moi-même le courant de repos et la variation négative lors de la contraction du muscle biceps».

Ceci se passe en 1878; mais les galvanomètres contruits à cette époque ne satisfont pas d'Arsonval et c'est alors qu'il commence cette carrière d'électricien qui aura non seulement d'heureux effets au point de vue clinique, mais une grande influence sur le développement de l'industrie électrique, comme le montrera M. Georges Darrieus dans un important travail consacré à ce sujet.

D'Arsonval se met donc à étudier les courants que développe un muscle contracté ou étiré; il observe le courant qui prend naissance dans un muscle au repos, rend ce courant discontinu grâce à un diapason et il peut l'écouter dans son «galvanoscope téléphonique». Ce sont sans doute ces recherches qui ont amené d'Arsonval à créer un microphone à charbon.

Deprez a montré lui-même les modifications que d'Arsonval avait fait subir à son propre galvanomètre et il expose, en 1881, dans «La Lumière électrique» les améliorations dues au cadre mobile. Dans son ouvrage si documenté sur d'Arsonval, le docteur Louis Chauvois a décrit l'appareil de Deprez, puis les différents types de galvanomètres qui lui ont succédé: le bobinage des anciens galvanomètres était fixe et l'aimant mobile; celui-ci était sensible à toutes les actions extérieures; d'Arsonval fixe l'aimant et laisse osciller la bobine, qui par ailleurs est noyée dans le champ intense de l'aimant. La déviation du cadre entraîne un miroir et, là encore, l'ingéniosité de d'Arsonval réalise, par des moyens optiques aujourd'hui classiques, la constitution d'un spot qui se déplace sur une échelle, permettant ainsi des mesures précises.

Et voici la découverte la plus étonnante de d'Arsonval qui est une application à la contraction musculaire de la théorie de Lippmann sur l'électrocapillarité. Lippmann avait montré que la modification

de forme imposée à des surfaces en contact, telle que mercure et eau acidulée, pouvait produire des courants qui changeaient de sens quand la déformation était inversée. D'Arsonval suppose que le fonctionnement du muscle doit être régi par les mêmes lois et il cherche à vérifier que le courant électrique peut déterminer la contraction; il crée un dispositif qui dans son esprit serait le modèle d'une fibre musculaire: un tube de caoutchouc contient une série de cellules renfermant une goutte de mercure en contact avec de l'eau acidulée; lorsqu'on agit sur cette fibre, elle donne des courants électriques dont le signe varie selon que l'on allonge ou que l'on raccourcit la fibre et inversement le courant électrique allongera ou raccourcira la fibre considérée. Cette admirable expérience faisait dire à Daniel Berthelot qu'elle représentait « peut-être le coup de sonde le plus profond qui ait été lancé jusqu'ici dans l'intimité des phénomènes de l'énergétique biologique ».

Langevin, au Jubilé de d'Arsonval, en 1933, lui exprime ainsi son admiration: « du muscle, vous donnez pour la première fois un modèle électrocapillaire, que vous me permettrez d'appeler piézoélectrique, puisque je crois voir un lien étroit entre vos expériences sur les propriétés électriques et mécaniques, voire téléphoniques du muscle et votre proposition d'une première application pratique à la microphonie de la propriété piézoélectrique de certains cristaux, peu de temps après sa découverte par les frères Curie ». Pierre et Jacques Curie avaient indiqué, en 1880, les lois fondamentales de la piézoélectricité; ils écrivaient en effet: « les phénomènes résultant des variations de pression ou ceux résultant des variations de température sont dus à une seule et même cause, la contraction ou la dilatation du cristal ». On sait l'importance prise depuis par ces phénomènes: le physiologiste Louis Lapicque me disait récemment à propos de la naissance des courants électriques dans la rétine « tout dans le vivant est piézoélectrique ».

D'Arsonval, pour justifier sa théorie, étudie le rendement de l'animal en tant que producteur de décharge électrique, et il trouve qu'un poisson comme le gymnôte détermine un courant dont la force électromotrice « à circuit ouvert » peut dépasser mille volts!

Ce sont les recherches sur la surdité qu'il poursuivait avec Paul Bert qui ont amené en 1879 d'Arsonval à perfectionner le microphone de façon à le rendre indépendant de sa position dans l'espace : il imagine un microphone à crayons de charbon dont la pression est réglée par un dispositif magnétique indépendant de la pesanteur. Le modèle est officiellement adopté par le service des Postes, Télégraphes et Téléphones ; nous sommes par là libérés des redevances dues à l'étranger pour les appareils précédemment utilisés, et c'est ainsi que le Ministre des P. T. T. décore d'Arsonval de la Légion d'Honneur.

Vous connaissez la fécondité des recherches de d'Arsonval relatives aux courants de haute fréquence. Il est à remarquer qu'au moment où il montrait que le corps humain subit sans dommage de tels courants, il préparait la solution d'un autre problème : le transport à distance de la force électrique, et ceci non sans avoir à lutter contre bien des préjugés. Il expose ses idées au Congrès de 1881, réuni à l'occasion de l'Exposition de l'Électricité et, en fait, l'année suivante, Marcel Deprez transmet à l'Exposition de Munich, au moyen d'un simple fil télégraphique, assez d'énergie pour commander une pompe rotative placée à 50 km.

D'Arsonval va maintenant s'attacher à la production de fréquences de plus en plus élevées. Il fait construire un alternateur de laboratoire qui atteindra dix mille périodes par seconde. Mais, Hertz venait de découvrir les ondes de haute fréquence réalisées au moyen d'un oscillateur bien différent des alternateurs industriels connus à cette époque. D'Arsonval réalise alors de nouveaux générateurs qui auront de multiples applications : en 1904, la Maison Gaiffe, sur ses indications, construit un générateur servant à la production des courants de haute fréquence ou à l'alimentation d'ampoules à rayons X. Pour protéger les enroulements secondaires des transformateurs, une batterie tampon de condensateurs fut intercalée entre le transformateur de haute tension et l'utilisation. Ce fut le meuble « d'Arsonval - Gaiffe » qui fut utilisé dans une voiture de radiologie médicale

lors des Grandes Manœuvres, à la demande du Général Brugère. A cette époque, Ferrié, alors Capitaine, essayait d'utiliser dans ses postes d'émission les transformateurs à haute tension; mais l'arc l'avait considérablement gêné. Mis au courant du «meuble d'Arsonval», Ferrié demanda à en faire l'essai, et, après les manœuvres, c'est l'appareillage de la voiture radiologique qui entre en action à la Tour Eiffel.

La diathermie, la fulguration, l'électrochirurgie, dont vous avez entendu les effets bienfaisants, n'auraient pas été possibles sans la constitution de ce genre d'appareils.

Ces admirables créations ne doivent pas nous faire oublier les recherches de d'Arsonval dans le domaine des basses températures. Il guide les premières recherches de Georges Claude, comme celui-ci l'a exposé au Jubilé de d'Arsonval; il est même le premier, en 1881, à exposer dans la Revue Scientifique l'utilisation de la différence thermique des eaux marines de surface et de profondeur.

D'Arsonval réalise, en 1888, les vases de verre à double paroi et à vide intérieur permettant de conserver les liquides volatils. C'est le physicien français Violle qui eût l'idée de métalliser les surfaces intérieures de ces récipients pour diminuer les pertes par rayonnement, et ainsi naquit la bouteille «Thermos» qui n'a malheureusement pas conservé le nom de ses créateurs.

A la fin de la carrière de d'Arsonval apparaissent les lampes triodes qu'il a largement utilisées. Il est juste de rappeler ici un fait trop ignoré: c'est l'astrophysicien français Fernand Baldet qui a imaginé et construit la première lampe à trois électrodes: il l'utilisait dès 1912 au Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences d'Alger, pour étudier la luminescence des gaz raréfiés rendus lumineux par des électrons lents. Ces recherches, malheureusement interrompues par la guerre en 1914, n'ont pu être à l'origine publiées par leur auteur, en sorte que son nom n'est pas attaché à un dispositif qui a transformé la technique moderne.

J'ai essayé de résumer les travaux de d'Arsonval physicien: par le

bref aperçu que vous venez d'entendre, vous pouvez juger de l'étendue de son œuvre, mais il faudrait un livre entier, comme celui du Docteur Chauvois, pour explorer un si vaste domaine. Pour terminer, je m'en voudrais de ne pas rappeler ici les sentiments de reconnaissance que doivent à sa mémoire ceux qui ont eu le bonheur d'être accueillis dans sa demeure de Nogent, ou qui ont eu le privilège d'entendre aux séances du Lundi sa conversation si instructive, si spirituelle aussi. Et, j'ai bien souvent éprouvé le sentiment dont parlait Charles Nordmann à propos des courants de haute fréquence : « Rien n'est plus suggestif que la série de recherches qui ont amené Monsieur d'Arsonval à la découverte de cette puissante méthode, car rien n'est plus précieux que de suivre la démarche d'un haut esprit à travers le labyrinthe du mystère et de voir par quels bonds imprévus il plonge, suivant le vœu Baudelairien, au fond de l'inconnu pour trouver du nouveau ».
