des moyens d'investigation. Ajoutons que loin d'être encouragé par ses contemporains, Duchenne était tenu soigneusement à l'écart, qu'il rencontrait dans ses recherches dans les hôpitaux qui entr'ouvaient leurs portes à grand peine, un mauvais vouloir évident de la part des élèves qui riaient de lui et des maîtres qui le dédaignaient, et qu'enfin pendant que les représentants de l'électro-thérapie étaient honorés et écoutés à l'étranger, le médecin de génie qui en France osait s'attaquer à cette question non officielle était presque mis à l'index.

A partir de 1870 on se décide, en France, à s'inquiéter de ce qui se passe dans les universités étrangères. L'électro-physiologie revient timidement sur l'eau avec Tripier, Onimus, etc., qui sont surtout des électro-thérapeutes. Puis viennent Chauveau, Marey, François Franck, Weiss, d'Arsonval, dont nous ne faisons que citer les noms parce que leurs travaux vont servir de base à notre étude sur l'électro-physiologie, surtout ceux du dernier auteur, dont l'ingéniosité expérimentale si remarquable a permis, en peu d'années, de reprendre, sur les Allemands tout l'avantage qu'ils avaient sur nous et peut-être même de les battre dans le champ clos pacifique de l'électro-physiologie.

L'organisme considéré comme générateur électrique.

Afin de définir les fonctions électriques de l'organisme humain il est nécessaire d'étudier préalablement les phénomènes qui se produisent chez les poissons dits électriques : Torpille, gymnote, certaines raies, etc. Cette étude semble tout d'abord, peut-être, devoir être superflue, l'organisme ne présentant rien d'analogue à l'organe électrique de ces poissons. Un tel point de vue ne serait pas justifié. Nous verrons, plus loin, que des ressemblances frappantes, pour ne pas dire une analogie complète existent entre la façon dont l'organe électrique de la torpille produit une décharge et celle dont le muscle qui se contracte détermine une chute de potentiel.

Paul Savi, Matteucci, Becquerel, M. A. Moreau, M. Marey, M. d'Arsonval ont étudié la singulière propriété que possèdent certains poissons de donner des décharges électriques [1]. Les appareils qui, chez ces animaux, produisent ces décharges ont été découverts par Redi. Ce sont des organes aplatis, réniformes, situés de chaque côté de la tête et des branchies et formés de prismes très réguliers, hexagonaux, dont chacun est constitué par un empilement de cellules. Chaque cellule est remplie en partie, par une masse granuleuse, probablement de nature protoplasmique, dans laquelle se ramifie le nerf et par une substance amorphe, fluide, surmontant la plaque nerveuse. Chaque appareil électrique reçoit quatre gros cordons nerveux qui, dans l'encéphale, naissent d'un lobe particulier situé derrière le cervelet et que Matteucci et Savi ont nommé *lobe électrique*. Si l'on coupe ces nerfs d'un côté, l'appareil correspondant devient impuissant à fournir l'électricité ; il est paralysé comme un muscle dont on aurait sectionné le nerf moteur. Si l'on excite le bout périphérique de ces nerfs coupés on provoque une décharge. Il est facile de constater qu'au point de vue fonctionnel il existe déjà une grande ressemblance entre un muscle et un organe électrique ; l'électricité de ces poissons ne se comporte-t-elle pas à peu près comme le mouvement musculaire? M. Marey ajoute que « si l'on compare la structure de l'appareil électrique à celle du muscle, on constate certaines analogies : ainsi dans le faisceau des prismes électriques, on peut retrouver l'analogue d'un faisceau de fibres musculaires, tandis que chaque prisme formé d'empilements de cellules superposées, rappelle tout au moins grossièrement, la disposition des disques superposés d'une fibre musculaire striée. »

Pour étudier la décharge électrique de la torpille, M. Marey a utilisé trois procédés : Ses premiers essais furent faits au moyen du gastrocnémien d'une grenouille dont le mouvement

(1) Voy. Marey : Physiologie expérimentale, année 1877, page 2 à 63.

s'inscrivait sur un myographe ; mais, le muscle de la grenouille dont la contraction offre une durée appréciable ne permet pas de constater si l'excitation envoyée par l'organe électrique est unique ou, au contraire, formée d'excitations multiples et se succédant en un temps très court ; le signal électrique de M. Desprez d'une part, l'électromètre de Lippmann, d'autre part, lui ont permis d'arriver à une analyse plus délicate de ces décharges.

M. Marey a ainsi reconnu : 1° qu'il existe entre le moment où l'on excite l'organe électrique, par l'intermédiaire les cordons nerveux qui l'animent, et celui où se montrent les premiers symptômes de décharge, un retard dont il a pu mesurer la durée ; elle équivaut à trois centièmes de seconde. Nous verrons un peu plus loin que Helmholtz a donné le nom de *temps perdu* au même phénomène se produisant dans le muscle au moment de son excitation ; 2° que la décharge des poissons électriques est loin d'être une chute de potentiel unique mais bien au contraire une rapide succession de décharges isolées qui s'inscrivent en vibrations sur le cylindre enregistreur ; mais, la durée de chacun de ces flux excède beaucoup celle des intervalles qui les séparent les uns des autres. Il en résulte qu'ils ne tardent pas à empiéter l'un sur l'autre, puis à fusionner, exactement comme cela a lieu dans le tétanos musculaire.

Parmi les explications qui ont été données de ces décharges, les unes doivent être abandonnées actuellement : ce sont les hypothèses qui tendent, en raison d'une concordance de forme extérieure plus apparente que réelle, à assimiler l'organe électrique à une batterie de piles ou de condensateurs (Ranvier). Je ne parle pas de l'hypothèse moléculaire de Dubois-Reymond universellement abandonnée.

On ne peut, en effet, assimiler ces organes à des piles qui ont pour principe une action chimique et dans lesquelles on retrouve toujours un métal attaqué et un liquide excitateur. Ici on pourrait, à la rigueur, comparer la substance amorphe, demi-fluide qui entoure le protoplasma, à un liquide excitateur, mais où serait le corps attaqué ? D'autre part, si l'organe électrique de ces poissons était un électro-générateur chimique, la section des nerfs qui animent les lobes de l'organe ne suffirait pas à éteindre immédiatement tout phénomène électrique ; la puissance électrique persisterait au moins pendant un certain temps ; enfin, à l'état de repos, on devrait trouver un courant en fermant le circuit du dos au ventre. Or la décharge ne se produit que sous l'influence de la volonté de l'animal ou sous celle d'une excitation artificielle : électrisation, pincement, brûlure, etc., etc. Si l'on soumet la torpille à l'action d'un narcotique, opium, belladone, etc., on diminue ou on annihile complètement l'énergie des décharges, qu'on accroît au contraire par l'empoisonnement au moyen des convulsivants, la strychnine en particulier.

Les organes électriques des poissons doués de cet appareil produisent donc de l'électricité au moment où ils entrent en fonction. Ils se comportent au point de vue de la production de l'énergie électrique exactement comme le muscle le fait pour l'énergie mécanique (d'Arsonval).

A l'encontre de ces théories, inacceptables actuellement comme nous venons de le montrer rapidement, M. le Professeur d'Arsonval en propose une autre qu'il appuie de démonstrations expérimentales de nature à entraîner la conviction.

Dans l'arrangement des cellules électriques et dans leur composition nous avons, dit-il, toutes les conditions désirables pour produire de l'électricité à haute tension par le phénomène Lippmann.

Considérons, en effet, une cellule. Sa base protoplasmique excitée par le nerf s'électrise *négativement* (oscillation négative) due à la variation de tension superficielle du protoplasma, la substance non protoplasmique qui est au-dessus *positivement*. La superposition des cellules accouple ces éléments électromoteurs en tension.

Les variations négatives s'ajoutent et sont multipliées