

Revue de Métaphysique  
et de morale 1936

## RÉFLEXIONS

### SUR LES DEUX SORTES D'ÉLECTRICITÉ

Dès que nous abordons, même sous la forme la plus élémentaire, l'étude de l'électricité, on nous apprend qu'il y a deux espèces d'électricité: celle qui apparaît quand on frotte un morceau de verre avec du drap et celle qui apparaît quand on frotte de même un morceau de résine. C'est l'électricité vitrée et l'électricité résineuse des anciens auteurs que nous appelons aujourd'hui électricité positive et électricité négative. Il est bien connu que les électricités de même espèce se repoussent tandis que les électricités de nature opposée s'attirent. Il n'existe pas de troisième sorte d'électricité: on ne peut, par exemple, obtenir d'aucune façon de l'électricité qui attirerait à la fois les corps chargés positivement et les corps chargés négativement. De la forme de la main droite, une symétrie par rapport à un plan nous fait passer à la forme de la main gauche et de cette main gauche une nouvelle symétrie nous ramènera à la main droite sans qu'une suite, même indéfiniment continuée, d'opérations de symétrie puisse nous donner autre chose que l'une ou l'autre de ces deux formes. De la même façon se présente à nous l'alternance des deux sortes d'électricité. En approchant un premier conducteur chargé positivement d'un deuxième conducteur un instant réuni au sol, nous communiquerons par influence à ce second conducteur une charge négative et, à l'aide de ce second conducteur ainsi chargé, nous pourrions alors, par le même procédé, charger positivement un troisième conducteur et ainsi de suite: et jamais la suite de ces opérations ne nous conduira à mettre en évidence autre chose que l'une ou l'autre des deux électricités connues. Il est bien évident que cette dualité de l'électricité doit être quelque chose de très profond,

de très fondamental. Tant que la science de l'électricité s'est développée dans le cadre des phénomènes à grande échelle, tant qu'elle s'est bornée à étudier les corps chargés ou aimantés considérés globalement, les courants électriques d'ensemble dans les corps conducteurs, aucune dissymétrie essentielle ne s'est manifestée entre les deux sortes d'électricité, entre les deux fluides, comme on disait souvent alors. Assurément on a coutume de donner un « sens » au courant électrique dans un fil conducteur, et ce sens est par définition celui du déplacement de l'électricité positive dans le fil. Mais cette définition, résultant d'une simple convention, n'implique pas du tout une mobilité plus grande du fluide électrique positif (nous verrons que, bien au contraire, c'est le fluide négatif qui s'est révélé plus tard comme le plus mobile). Rien n'empêche de maintenir une symétrie absolue entre les deux sortes d'électricité en admettant que, dans un fil conducteur parcouru par un courant, des quantités égales des deux fluides se meuvent en sens inverse, l'électricité positive se déplaçant dans le sens qui est pris *conventionnellement* comme sens positif du courant et l'électricité négative se déplaçant en sens contraire. Cette entière réciprocité du rôle des deux électricités, que l'électrostatique et l'électrodynamique permettaient de supposer, paraissait très satisfaisante pour l'esprit des savants toujours épris, parfois à tort, de simplicité et de symétrie.

La situation a été complètement modifiée par la découverte de la structure élémentaire de l'électricité opérée à la fin du siècle dernier et au début de l'actuel. La structure des deux électricités s'est avérée très différente, l'électricité positive étant, bien plus que la négative, liée aux propriétés d'inertie de la matière symbolisées par la masse. Par suite de cette circonstance, l'électricité négative se trouve être d'une façon générale beaucoup plus mobile que l'électricité positive et jouer ainsi un rôle beaucoup plus actif dans les mouvements de l'électricité. Cette sorte de prépondérance de l'électricité négative rend même regrettable que ce soit à elle que l'on ait réservé par convention l'épithète de négative (et, par suite, le signe « moins » dans les équations), convention aujourd'hui trop consacrée par l'usage pour pouvoir être modifiée. Cette rupture de la symétrie entre les deux espèces d'électricité a eu

une trop grande importance dans le développement de la Physique contemporaine pour que nous ne nous y arrêtions pas quelques instants.

\*  
\* \*

C'est essentiellement la découverte de l'électron qui a été le moment décisif de cette évolution. Nous ne voulons pas rappeler ici en détail les étapes de cette découverte à laquelle restent attachés les noms de Crookes, de J.-J. Thomson, de Lénard, de Villard, de Jean Perrin... Dans des circonstances très diverses, on est parvenu à mettre en évidence l'existence de petites particules électrisées, toutes semblables entre elles, provenant des profondeurs de la matière. Tantôt ces particules jaillissent de la cathode d'un tube à vide élevé (rayons cathodiques des tubes de Crookes), tantôt elles sont projetées spontanément par des corps radioactifs en état de transmutation. Tantôt on les voit surgir d'un corps éclairé par certaines radiations (effet photoélectrique), tantôt elles s'échappent d'une matière incandescente (effet thermoionique). Et comme ces particules sont toutes et toujours de même espèce, comme leur masse et leur charge sont toujours les mêmes, on a compris qu'elles étaient l'un des matériaux essentiels, l'une des briques élémentaires, avec lesquelles la matière est construite. L'expérience ayant montré, de plus, que ces particules sont électrisées négativement, on a admis que l'électricité négative avait une structure discontinue, corpusculaire, et était divisée en grains, tous semblables entre eux. A ces grains a été réservée désormais le nom d'électrons, et tous les progrès de la Physique sont venus depuis confirmer l'existence et l'identité de ces électrons et montrer que tout morceau de matière en contient un nombre immense dans sa structure interne. La découverte de l'effet Zeeman, c'est-à-dire de la modification éprouvée par les raies spectrales émises par une source quand on place cette source dans un champ magnétique uniforme, est venue apporter une forte confirmation à cette conception en montrant qu'à l'intérieur des atomes de la source, les agents de l'émission sont précisément ces mêmes particules électrisées négativement que

l'on avait pu déceler en dehors de la matière dans les expériences dont j'ai parlé plus haut.

Ainsi s'est trouvée établie sur des bases solides la structure discontinue de l'électricité négative. L'élément de cette structure, l'électron, est rapidement devenu familier aux physiciens qui ont appris à mesurer, malgré leur extraordinaire petitesse, sa charge et sa masse et à étudier son mouvement sous l'action de champs électriques et magnétiques. Ces recherches ont montré tout d'abord que, pour représenter les propriétés de l'électron, il était suffisant de le considérer comme un petit corpuscule de masse et de charge déterminées obéissant aux lois de la mécanique. Nous rappellerons tout à l'heure que cette conception de l'électron, suffisante en première approximation, a dû plus tard être modifiée. Mais la question importante qui s'est posée aux savants à partir de la découverte de l'électron a été la suivante : la structure discontinue de l'électricité négative a-t-elle pour pendant une structure discontinue de l'électricité positive ?

Dès que cette question a été nettement posée, on a compris que, si l'électricité positive possède une structure discontinue, cette structure n'est certainement pas exactement symétrique de celle de l'électricité négative. En effet, tandis qu'il est relativement très facile de faire jaillir des électrons hors de la matière, il est beaucoup moins aisé d'en faire sortir des charges positives. De plus, lorsqu'on obtient des particules à charge positive (telles, par exemple, que celles dont sont formés les Rayons  $\alpha$  des corps radioactifs), on constate toujours que ces particules ont des masses qui, très petites en valeur absolue, sont très supérieures à celle de l'électron. On peut dire que les propriétés d'inertie et de poids de la matière paraissent beaucoup plus étroitement liées à l'électricité positive qu'à l'électricité négative. Ainsi la particule la plus légère d'électricité positive que l'on soit parvenu à identifier (jusqu'en 1932) est près de 2000 fois plus lourde que l'électron.

Cette différence de rôle entre les deux électricités s'est peu à peu précisée au fur et à mesure que nos connaissances sur la constitution de la matière se sont étendues et affermies. La matière a une structure atomique : cette affirmation, rendue probable par le succès des théories atomiques en Chimie et par

celui des théories cinétiques en Physique, a été définitivement confirmée par de célèbres expériences que symbolise le nom de M. Jean Perrin. Mais, cette structure atomique une fois admise, tout portait à penser que les atomes des éléments devaient, eux-mêmes, être des édifices complexes à l'intérieur desquels une analyse plus approfondie conduirait à retrouver les électrons. Autrement, comment pourrait-on expliquer que, dans tant de circonstances différentes, la matière se comporte comme une source d'électrons ?

Sans suivre ici en détail l'histoire des tentatives qui furent faites pour construire un modèle électrique de l'atome, nous allons tout de suite indiquer à quelle solution ont conduit les progrès réalisés aux environs de 1910. Les mémorables expériences de lord Rutherford et de ses collaborateurs sur la diffusion des rayons  $\alpha$  par la matière ont apporté la preuve que l'atome, au lieu d'être comparable à une sphère pleine, comme certains raisonnements un peu simplistes de la théorie cinétique des gaz auraient pu le suggérer, était au contraire presque complètement vide, toute la matière et toute l'électricité positive se trouvant concentrées dans une très petite région centrale. Tandis que la sphère d'action de l'atome définie par la théorie cinétique des gaz a un rayon de l'ordre du dix-millionième de millimètre, la région centrale en question a un rayon environ cent mille fois plus petit. Si l'on se souvient que les volumes varient comme le cube des dimensions linéaires, on voit combien peu de place occupe dans la région atomique ce « noyau » où siège la charge positive. A la suite de la découverte de cette condensation au centre de l'atome d'une charge positive, lord Rutherford proposa d'adopter pour les atomes un modèle qui a connu un grand succès et qu'on appelle le modèle planétaire. L'atome serait comparable à un petit système solaire formé d'électrons jouant le rôle de planètes et gravitant sous l'action de la force de Coulomb autour d'un soleil central chargé positivement. Chaque élément simple serait caractérisé par le nombre  $N$  des électrons-planètes et, comme les atomes dans leur état normal sont certainement des systèmes électriquement neutres, dans l'atome contenant un certain nombre  $N$  d'électrons le soleil central doit porter une charge positive égale et de signe contraire à  $N$  fois la charge de l'électron. Il en résulte que les noyaux des différentes sortes d'atomes portent des charges élec-

triques qui sont des multiples entiers d'une unité élémentaire égale et de signe contraire à la charge de l'électron. Le plus simple de ces noyaux sera donc celui qui porte une fois cette unité élémentaire : l'expérience a prouvé que c'est le noyau du plus léger des éléments, l'hydrogène. Le noyau de l'hydrogène joue ainsi le rôle d'unité d'électricité positive : on lui a réservé le nom de « proton ». Or le proton a une masse près de deux mille fois plus grande que celle de l'électron. L'atome d'hydrogène, le plus léger des atomes connus, sera donc formé, d'après le schéma de Rutherford, d'un proton de charge  $e$  contenant presque la totalité de la masse de l'atome, et d'un électron planète de charge  $-e$  tournant autour du proton que sa grande masse permet de considérer comme restant presque immobile, comme ne réagissant pas à l'action qu'exerce sur lui l'électron-planète. Pour les atomes des éléments plus lourds, le noyau porte une charge plus élevée et sa masse est plus grande. On n'a pas tardé à découvrir que le nombre  $N$  qui caractérise chaque genre d'atome en fixant la composition du cortège de ses électrons-planètes, coïncide avec le numéro d'ordre de l'élément considéré dans la suite périodique des éléments rangés par ordre de poids atomiques croissants, à condition d'y introduire quelques petites interversions sans grande importance. L'atome de nombre atomique  $N$  a un noyau qui porte  $N$  unités de charge positive : il n'est pas formé de  $N$  protons, comme le montre la comparaison de sa charge et de sa masse, et l'on a pensé, dès le début de cette théorie planétaire, qu'il était formé par un ensemble solidement lié de protons et d'électrons, le nombre de protons dépassant de  $N$  unités celui des électrons comme l'exige la valeur de la charge totale. Rien n'empêche, d'ailleurs, de supposer qu'une même charge totale du noyau puisse être réalisée par deux ou plusieurs combinaisons différentes de protons et d'électrons puisque seule la différence du nombre de ces deux sortes de constituants est fixée par la charge totale. On arrive ainsi à concevoir la possibilité d'atomes possédant le même nombre  $N$ , et par suite, ayant en gros les mêmes propriétés chimiques, mais ayant une masse différente, c'est-à-dire d'éléments presque identiques par leurs propriétés, mais de poids moléculaires différents. La découverte des isotopes est venue plus tard montrer que cette possibilité est bien réalisée dans la Nature.

Ainsi, et c'est pour nous ici le point essentiel, la presque tota-

lité de la masse de l'atome est concentrée dans le noyau et y est toujours associée à une charge électrique positive. Autour de ce noyau se trouve répandue de l'électricité négative sous forme d'une atmosphère mobile d'électrons de masse presque négligeable. Pour bien saisir à quel point cette constitution de l'atome traduit une dissymétrie profonde entre le rôle des deux électricités, il suffit de remarquer qu'une constitution en quelque sorte inverse où l'électricité négative serait concentrée sur un noyau relativement lourd entouré de charges positives beaucoup plus légères serait *a priori* tout aussi probable. Or l'expérience indique d'une manière inéluctable que ce modèle inverse n'a pas d'existence réelle : les atomes réels, physiques, sont à charge électrique centrale positive ; et ce fait met clairement en évidence l'affinité particulière qui existe entre la masse et l'électricité positive, affinité dont le résultat est de détruire complètement la symétrie entre les deux sortes d'électricités.

Nous n'avons pas à expliquer ici comment s'est développée la théorie de l'atome planétaire, comment, grâce à M. Niels Bohr, elle a pu prendre une forme quantitative précise dont les succès sont bien connus. La caractéristique essentielle du progrès réalisé par M. Bohr, c'est d'avoir introduit dans le modèle d'atome planétaire les règles de la théorie des quanta. Plus tard, la Mécanique ondulatoire est venue modifier la forme et l'interprétation de ces règles et transformer considérablement la conception que nous nous faisons des électrons et plus généralement des corpuscules élémentaires de la Physique. Ces corpuscules élémentaires ne sont plus dans nos idées actuelles entièrement descriptibles par l'image de points matériels bien localisés que présuppose l'emploi même du mot corpuscule ; à cette image, utile pour décrire certains aspects des processus élémentaires, il faut adjoindre, pour décrire d'autres aspects, l'image des ondes, de sorte qu'une description complète de l'électron, par exemple, fait intervenir les deux images à la fois. La théorie de l'atome planétaire s'en trouve transformée puisque c'est l'interférence des ondes associées aux électrons qui détermine l'existence des états stationnaires de l'atome. Mais toutes ces évolutions, très intéressantes en elles-mêmes et qui ont joué un rôle de premier plan dans l'histoire de la Physique contemporaine, n'ont rien changé à la situation antérieure en ce qui concerne la question dont nous nous occupons

dans cette étude. Bien que la description des unités élémentaires d'électricité se soit trouvée profondément modifiée à la suite de ces évolutions, il n'en est pas moins demeuré exact que les unités élémentaires d'électricité positive sont toujours associées à des masses beaucoup plus grandes que celle des unités d'électricité négative.

Tout au contraire, deux découvertes expérimentales de la plus haute importance, faites en 1931 et 1932, ont apporté de précieux renseignements nouveaux sur la structure élémentaire de la matière et ouvert des horizons inattendus en ce qui concerne la dissymétrie des deux électricités. Nous voulons parler de la découverte du neutron et de l'électron positif dont nous allons nous occuper maintenant.

\*  
\*  
\*

Comme nous l'avons dit, on supposait depuis longtemps que les noyaux des atomes sont complexes et formés de protons et d'électrons. Cette idée, suggérée d'ailleurs par la croyance instinctive des physiciens à l'unité de la matière, est presque imposée par l'existence de phénomènes de Radioactivité connue depuis les admirables travaux d'Henri Becquerel et de M. et M<sup>me</sup> Curie. Les corps radioactifs sont des éléments lourds portant les numéros les plus élevés dans la série des éléments. Ils sont caractérisés par le fait d'être instables, c'est-à-dire que, de temps en temps, le noyau d'un de leurs atomes fait explosion en se transformant en un atome plus léger réalisant ainsi une véritable transmutation spontanée. Cette explosion s'accompagne de l'émission d'atomes légers d'hélium (rayons  $\alpha$ ), d'électrons (rayons  $\beta$ ) et de radiations de très hautes fréquences (rayons  $\gamma$ ). La découverte de la Radioactivité a eu pour les physiciens l'énorme intérêt de leur prouver que les noyaux d'atomes sont bien des édifices complexes susceptibles de se briser en édifices plus simples, de leur faire voir aussi des électrons ou des noyaux légers sortir des profondeurs d'un noyau lourd, ce qui confirme l'existence à l'intérieur des noyaux d'électrons et de particules positives. Malheureusement la Radioactivité est un phénomène sur lequel nous ne pouvons exercer aucune influence, que nous sommes réduits à observer tel qu'il veut bien se manifester spontanément à nous. On comprend donc

quel grand progrès a été réalisé le jour où, il y a une quinzaine d'années, le grand physicien anglais, lord Rutherford, a pu réaliser la désintégration artificielle de certains éléments. En bombardant des atomes légers à l'aide de particules  $\alpha$  (elles-mêmes émises par des corps radioactifs), il est parvenu à briser ces atomes légers en en faisant sortir des protons. Il réalisait ainsi une véritable transmutation artificielle et montrait la présence des protons dans la structure nucléaire.

L'étude des désintégrations artificielles a donné lieu dans ces dernières années à un nombre très considérable de travaux et à des découvertes d'un très haut intérêt. Nous ne pouvons aucunement insister ici sur ces travaux et ces découvertes dont l'examen, même rapide, nous entraînerait très loin de notre sujet, mais nous devons signaler qu'en poursuivant certaines recherches de désintégration artificielle, M. et M<sup>me</sup> Joliot d'une part, M. Chadwick d'autre part, ont constaté dans les produits de la désintégration la présence de corpuscules d'une nature jusqu'alors tout à fait inconnue. Ces corpuscules, qui traversent très aisément la matière, qui sont, pour employer le vocabulaire des physiciens, très pénétrants, paraissent dénués de charge électrique et posséder une masse très voisine de celle du proton. On les nomme aujourd'hui « neutrons », et il paraît certain que ces neutrons doivent exister à l'intérieur des noyaux atomiques et jouer dans leur structure un rôle essentiel que l'on ne soupçonnait même pas il y a quelques années. Tant il est vrai que nos conceptions théoriques, essentiellement provisoires, sont toujours à la merci d'une nouvelle découverte !

Moins d'un an après la mise en évidence du neutron, un quatrième genre de corpuscule élémentaire était découvert. En étudiant les effets de désintégration produits par les rayons cosmiques, ces mystérieuses radiations qui nous viennent des profondeurs des espaces interstellaires, M. Anderson d'une part, MM. Blackett et Occhialini d'autre part, ont mis en évidence l'existence d'électrons positifs, c'est-à-dire de corpuscules ayant très probablement même masse que l'électron négatif avec une charge égale et de signe contraire. Ces électrons positifs ou « positons », dont l'existence avait été annoncée avant leur découverte par M. Dirac en s'appuyant sur des considérations théoriques hardies, semblent être instables en ce sens qu'en

pénétrant dans la matière et en y rencontrant des électrons négatifs, ils sont susceptibles de disparaître en neutralisant et, par suite, en annihilant un électron négatif. Les considérations théoriques de M. Dirac faisaient prévoir ce fait que de belles expériences de MM. Thibaud et Joliot paraissent avoir bien établi.

A la suite de ces sensationnelles découvertes du neutron et de l'électron positif, la situation se trouve singulièrement plus compliquée qu'auparavant, et nous devons nous demander maintenant où nous en sommes en ce qui concerne la dissymétrie des deux genres d'électricité.

\* \*

Nous connaissons donc aujourd'hui quatre genres de corpuscules que nous sommes en droit de considérer comme élémentaires, puisque nous ne savons pas les décomposer en éléments plus simples. Néanmoins, il paraît assez probable que de ces quatre genres de corpuscules, trois seulement doivent être véritablement irréductibles aux autres, le quatrième étant un édifice complexe formé par l'union de deux des précédents. On peut faire à ce sujet deux hypothèses. Ou bien l'on regardera l'électron, le proton et l'électron positif comme véritablement élémentaires, et alors le neutron sera considéré comme résultant de l'union intime d'un proton et d'un électron : ce qui explique à la fois la valeur nulle de sa charge totale et l'identité presque complète de sa masse et de celle du proton. Ou bien l'on regardera le neutron et les deux électrons comme les entités irréductibles et le proton devra alors résulter de l'union intime d'un neutron et d'un électron positif : hypothèse qui expliquera à la fois pourquoi les masses du proton et du neutron sont presque égales et pourquoi la charge du proton, comme celle de l'électron positif est égale et de signe contraire à celle de l'électron négatif. Nous ne discuterons pas ici les arguments que l'on peut donner en faveur de l'une ou de l'autre de ces manières de voir, en particulier en comparant la masse aujourd'hui bien connue du proton avec la masse du neutron dont la valeur est connue avec beaucoup moins de certitude. A vrai dire, aucun des arguments en question ne paraît susceptible de trancher définitivement le litige. Aussi nous bornerons-

nous à envisager les conséquences possibles des diverses hypothèses en présence.

Que l'on adopte l'une ou l'autre des deux hypothèses exposées plus haut, ou bien que l'on préfère plus prudemment considérer provisoirement comme vraiment élémentaires les quatre genres de corpuscules connus, on est toujours amené à considérer les deux électrons comme simples et irréductibles. Par là se trouve rétablie une certaine symétrie entre les deux électricités puisque les deux électrons, ayant sans doute des masses identiques et des charges égales et de signe contraire, apparaissent comme tout à fait comparables. Une théorie complète des deux électrons, dont les considérations émises par M. Dirac nous donnent au moins une première idée, nous montrera probablement un jour le véritable caractère de la symétrie entre les deux électrons qui, pour revenir à une comparaison faite au début de cet article, est sans doute analogue à celle de la main droite et de la main gauche. Mais une différence fondamentale existe entre les deux électrons : tandis que l'électron négatif se manifeste couramment dans nos expériences, l'électron positif n'y apparaît qu'exceptionnellement et a toujours une tendance à disparaître au contact de la matière. Nous reviendrons sur ce point.

Mais la symétrie des deux électrons nous apparaît sous des jours assez différents suivant que nous admettons que le proton est ou non élémentaire. Si le proton est élémentaire (peu importe que le neutron le soit aussi ou ne le soit pas), l'existence du proton maintient une dissymétrie complète entre les deux électricités puisque l'électricité positive peut exister sous deux formes corpusculaires irréductibles dont l'une, l'électron positif, est tout à fait symétrique de l'élément d'électricité négative, mais dont l'autre, le proton, n'a pas d'analogue négatif connu. Si l'on adopte cette hypothèse de la simplicité du proton, la découverte de l'électron positif ne paraît donc pas avoir écarté la dissymétrie de structure entre les deux électricités à laquelle avait conduit le développement de la physique atomique. Il en est différemment si l'on admet la simplicité du neutron et la complexité du proton. Dans cette hypothèse, assurément plus séduisante pour l'esprit que la précédente, les deux électrons seraient les unités élémentaires parfaitement symétriques des deux électricités. Ils posséderaient des masses égales, mais très petites, et la véritable unité

de matière pesante serait le neutron, élément dépourvu de charge, mais siège de presque toute la masse des corps matériels. Mais comme, finalement, le rôle des deux électricités et leur relation avec la masse ne sont pas symétriques, cela est établi d'une manière inéluctable par l'ensemble de nos connaissances sur le monde atomique, il faut bien que la dissymétrie reparaisse quelque part : écartée de la structure des deux genres d'électricité, elle doit reparaitre dans leurs propriétés. L'hypothèse que le proton est complexe nous oblige, en effet, puisque le proton est un des éléments essentiels des structures matérielles, à admettre qu'il y a une affinité particulière entre l'électron positif et le neutron expliquant la fréquente réalisation de la combinaison « proton ». Il n'est pas impossible, certains auteurs l'ont soutenu, que l'électron négatif puisse aussi s'unir à un neutron pour donner un « proton négatif » ; mais cette combinaison, si elle existe (et son existence est loin d'être prouvée), est certainement beaucoup moins fréquente que celle dont résulterait le proton positif dans l'hypothèse où nous nous plaçons. Donc, si le proton est complexe, il y a certainement une affinité, une tendance à la liaison, beaucoup plus grande entre neutron et électron positif qu'entre neutron et électron négatif. Ainsi s'explique naturellement pourquoi l'électron positif est beaucoup plus rarement observé que l'électron négatif ; soumis à l'affinité des neutrons contenus dans la matière, il serait presque toujours engagé dans les liens de la combinaison protonique et apparaîtrait beaucoup plus rarement à l'état libre que l'électron négatif dont l'affinité pour le neutron est nulle ou du moins très faible.

Ainsi donc les découvertes récentes du neutron et de l'électron positif ne permettent pas de lever la dissymétrie des deux électricités : si, en admettant la complexité du proton, on parvient à établir entre elles une symétrie de structure, on retrouve la dissymétrie dans leurs propriétés, dans la tendance beaucoup plus grande de l'électricité à s'associer avec la masse ; et cette dissymétrie ne paraît pouvoir être évitée d'aucune façon, car elle est un fait établi par tout l'ensemble de nos investigations expérimentales dans le domaine atomique depuis quarante ans. Néanmoins, c'est déjà quelque chose de satisfaisant pour l'esprit d'entrevoir la possibilité de rétablir une symétrie complète de structure entre les deux électricités et de reporter le problème de la

dissymétrie sur les relations entre la masse et l'électricité. Le problème ainsi posé est d'un grand intérêt ; il est bien loin d'être résolu et il nous permet de mesurer toute l'étendue de notre ignorance. Au fond, nous ne savons rien de précis sur les rapports entre la masse et l'électricité. A un moment donné, on avait cru pouvoir affirmer que toute la masse était d'origine électrique. On s'appuyait, pour le prétendre, sur le fait que la masse des corpuscules élémentaires varie en fonction de la vitesse suivant la loi de Lorentz. Le développement de la théorie de Relativité avait sérieusement ébranlé cet argument en montrant que toute masse, quelle que soit son origine, doit varier avec la vitesse suivant la loi de Lorentz. La découverte du neutron paraît peu compatible avec la conception de l'origine purement électrique de la masse. La tentative de réduction de la masse à l'électricité ayant ainsi échoué, il faut de nouveau considérer ces deux entités comme distinctes et chercher à préciser leurs rapports mutuels. La théorie de ces relations, si elle arrive à se constituer, aura comme principal devoir de nous expliquer pourquoi il existe une affinité particulière entre la masse et l'électricité positive, affinité d'une importance capitale puisque, en définitive, toute la structure du monde physique repose sur elle. Bien que la solution de ce problème soit sans doute encore éloignée, la découverte du neutron et de l'électron positif nous a apporté à ce sujet quelques-unes des données essentielles qui nous manquaient. Ces données sont-elles suffisantes pour nous permettre d'approcher du but ? Il serait imprudent de répondre à cette question. C'est le secret de l'avenir.

LOUIS DE BROGLIE.

