

## Vue générale de la Physique moderne. (\*)

Dans vos paroles si éloqu岸tes et si cordiales, par lesquelles, Monsieur le Recteur Magnifique, vous nous avez souhaité ce matin la bienvenue, dans la ville de Volta, vous nous avez comparé à des fils qui viennent revoir leur maison paternelle, à des fils qui rentrent dans la maison où leur père a travaillé. Nous voilà réunis, dans cette maison paternelle, dans cette « home » où Alessandro Volta étudia, travailla et fit ses découvertes, entourés de ses instruments et de ses souvenirs. C'est une salle historique et sacrée que je pourrai comparer seulement à la salle du Royal Institut à Londres, où l'on est entouré de tous les souvenirs et de tous les instruments de FARADAY. C'est un grand honneur pour moi d'avoir l'occasion, à la fin de notre Congrès, d'être l'interprète des sentiments de reconnaissance de mes confrères et de vous dire quelle est l'impression qu'il m'a faite et quel est le souvenir qu'il m'a laissé. Pour tous ceux qui y ont assisté, cette réunion sera une des plus mémorables, autant par la raison pour laquelle elle a été convoquée, soit par l'esprit qui y a régné et par les circonstances dans lesquelles elle a eu lieu.

Vous savez probablement que dans mon pays, dans ma ville de Haarlem, nous avons toujours la grande machine électrique construite par van MARUM, qui fut l'ami de Volta.

Avant de venir ici j'ai réu encore une fois la correspondance de Volta et de van MARUM, le physicien de Haarlem,

(\*) Questo discorso, pronunciato da H. A. Lorentz al Congresso Internazionale dei Fisici (Como 1927) farà parte del vol. II del « Resoconto del Congresso Internazionale dei fisici » ed. Zanichelli - Bologna.

Il vol. I dell'opera medesima è già pubblicato.

qui avait construit la grande machine électrique. Dans ses voyages Volta avait visité van MARUM et cela a donné lieu à une correspondance assez étendue, qu'on trouve dans la belle édition des œuvres de Volta, mais qui avait été publiée déjà en 1905 par BOSSCHA, le secrétaire de la Société Hollandaise des Sciences. Elle contient quelques lettres qui jusque là étaient restées inconnues, et parmi celles-ci se trouve la célèbre lettre écrite lui-même à Côme. Elle fut commencée le 30 Août 1792 et continuée le 11 Octobre de la même année. Dans cette lettre on trouve les phrases suivantes :

« Pour procéder d'une autre manière je plonge dans une jarre d'eau une lame d'étain et une d'argent séparée de l'autre et qui déborde le vase, et ayant appliqué à la langue deux spatules, ou cuillers d'argent, une sur son plat, l'autre contre sa pointe, je fais toucher la première à la lame d'étain et la seconde à la lame d'argent. Tant qu'un seul de ces contacts entre les métaux a lieu, nulle sensation; mais sitôt que tous les deux s'accomplissent la saveur acide se fait sentir à la pointe de la langue qu'une de ces cuillers presse. Or cela n'est pas sûrement l'effet immédiat des deux armures qui sont absolument impulsantes comme j'ai déjà expliqué et comme on peut prouver qu'en effet elles ne produisent rien si on se contente de les faire simplement communiquer entre elles. L'impulsion au fluide électrique qui le détermine à circuler vient donc, dans l'expérience dont il s'agit, des autres lames, qui touchent l'eau: c'est à dire il coule de la lame d'étain dans l'eau, passe à la lame d'argent qui s'y trouve également plongée, de celle-ci dans la cuiller appuyée à la pointe de la langue, etc.

« J'ai fait souvent une expérience égale en appliquant la lame d'étain et la lame d'argent à un drap ou à un carton mouillés et le succès fut toujours le même, seulement la sensation était plus faible à mesure que ce corps se trouvait moins imbibé d'eau, et nulle, s'ils n'étaient point mouillés mais seulement humides ».

Je me suis permis de lire ces phrases parce qu'elles contiennent la première description d'un élément voltaïque et parce qu'elles sont bien propres à faire voir avec quelle clarté d'esprit Volta savait débrouiller les phénomènes compliqués qui se présentaient dans l'expérience depuis la première obser-

vation de Galvani. En effet si l'on songe qu'il s'était fait une image bien nette de ce phénomène, si l'on songe que dans l'espace d'une seule année Volta parvint à ces magnifiques résultats, si l'on met en rapport cette lettre avec les autres oeuvres de Volta, on a toujours plus l'impression qu'il était bien un de ces grands maîtres de la science, que nous devons toujours imiter et dont il faut que nous soyons dignes. En effet il nous a ouvert des voies nouvelles inattendues qui ont donné une richesse imprévue de beauté théorique et d'applications pratiques de la plus haute importance. Des hommes comme lui appartiennent au monde entier. Aussi lorsque vous nous avez appelés à ce Congrès en l'honneur de Volta, nous sommes venus de tous les pays pour nous associer à la célébration que vous aviez organisée et nous nous sommes réunis pendant cette semaine pensant toujours à Volta. Cette pensée a donné à cette réunion un attrait particulier que d'autres Congrès ne pourront guère offrir. Voilà l'esprit qui a régné dans notre réunion. Quant aux circonstances dans lesquelles elle a eu lieu nous garderons un souvenir inoubliable des soins avec lesquels le Congrès avait été préparé, de son organisation parfaite, du dévouement et de la bienveillance de notre éminent Président, le prof. MAJORANA, du zèle infatigable des secrétaires et de la cordialité avec laquelle nous avons été reçus dans la belle ville de Côme. Au nom de tous les congressistes j'exprime pour tout cela notre sincère reconnaissance.

Je parlerai des impressions que le Congrès m'a laissées. La première est bien celle d'un grand développement, rapide, vertigineux parfois, de la physique dans le siècle que vient de s'écouler. Il est presque superflu d'en parler. Pensez seulement à ce que nous faisons maintenant avec les courants électriques, tant continus qu'alternatifs, et à la manière dont nous les produisons avec les qualités et les intensités qui nous sont nécessaires, à notre connaissance de lois qui les régissent, à la possibilité de les soumettre aux calculs et de les utiliser dans des buts infiniment variés. Et pensez aussi aux grandes lois qui nous ont été révélées dans ce siècle; celle par exemple de la thermodynamique, et aux grandes théories que le siècle a vues naître, la théorie cinétique, la théorie moderne du champ magnétique; en suite la théorie électro-magnétique de la lu-

mière et dans les temps plus récents la théorie de la relativité et celle des quanta, sur lesquelles étant donné qu'elles sont les plus récentes, s'est concentrée surtout l'attention de la génération moderne des physiciens. La théorie de la relativité a profondément modifié les notions mêmes de dynamique, celles de la gravité, du mouvement et de l'énergie. La théorie des quanta peut-être a-t-elle donné lieu à des changements plus profonds encore. Dans le tableau que la nature nous donne, on voit que si l'on pénètre bien avant dans le monde des petites particules, des molécules (atomes et électrons), d'autres nouveaux problèmes surgissent. La théorie du fluide électrique de Volta a été remplacée par la théorie des électrons: j'espère bien que cette théorie pourra durer encore un siècle; mais cependant on n'en est pas sûr. En tous cas, nous avons pour le moment la théorie des électrons, et après la théorie de la relativité. À cette théorie nous n'avons pas touché exprès dans ces jours, mais on a traité beaucoup de question où la théorie de la relativité doit intervenir. Par exemple, quand Mr. ASTON nous a parlé des perfectionnements de son spectrographe et qu'il nous a précisé de quelle façon il a réussi à déterminer la masse des atomes, nous avons pensé que le petit écart des « nombres » existant, peut être expliqué par la théorie de la relativité, étant donné le rapport qui existe entre l'énergie et la masse. Quand nous avons parlé de l'électron, dans l'hypothèse de l'existence du *spin* ou *spin*-*électron* nous avons vu qu'il fallait nous laisser guider par la théorie de la relativité. Je crois tout de même que cette théorie ne durera pas longtemps, parce que, comme dit Poincaré, « les théories physiques peuvent être comparées aux vagues de la mer, qui apparaissent et disparaissent, mais laissent toujours des traces ».

Nous avons parlé aussi de la théorie des « quanta »: malheureusement nous sommes bornés à décrire à ce problème seulement la dernière de nos séances. Il me paraît cependant qu'il a été très ému pour Mr. PLANCK, fondateur de cette théorie que d'avoir vu en cette occasion le développement que ses idées ont eu dans un espace de 25 ou 26 ans au plus. Mr. PLANCK doit avoir eu le sentiment d'avoir suscité des études d'une portée et d'une profondeur qui vont au delà de son attente.

Dans la séance d'hier Mr. BOHR avec la clarté et la simplicité merveilleuses qui lui sont tout à fait particulières, a donné une explication ingénieuse de cette nouvelle mécanique des « quanta ». À regret nous n'avons pas eu le temps de nous engager dans une discussion approfondie, mais nous avons tout de même entendu et compris des choses sur lesquelles il nous sera possible de réfléchir à notre aise une fois rentrés chez nous.

Mais nous reviendrons plus tard sur la théorie des quanta.

Pour le moment nous nous bornerons à parcourir rapidement nos autres travaux. Nous avons parlé longtemps des effets de l'électricité (électricité de contact et électricité de frottement) ainsi que des forces électro-motrices, des effets de la différence de potentiel, du contact des métaux dans une solution électrolytique quand il y a différence de composition et de concentration. Tous ces problèmes ont été abordés seulement jusqu'à un certain point.

On s'est occupé aussi de la conductibilité de l'électricité et de la conductibilité de la chaleur dans les métaux, ayant égard à l'effet Peltier et à l'effet Thomson sous l'aspect galvano-magnétique et thermo-magnétique. Nous avons rappelé la belle théorie de DRUDE, théorie désormais ultra-classique (en effet — il faut l'avouer — une théorie est d'abord moderne, après, dès qu'elle devient impuissante à expliquer les phénomènes, nous l'appelons classique et plus tard quand elle est tout à fait démodée elle devient... ultraclassique). Cependant la théorie de DRUDE a eu le grand succès de pouvoir expliquer pourquoi les métaux sont en même temps les meilleurs conducteurs pour l'électricité ainsi que pour la chaleur. DRUDE avait trouvé l'explication dans le rapport de deux conductibilités qui sont tout à fait égales pour tous les métaux. Quant à moi j'ai toujours considéré cela comme une des plus belles choses en physique. Et non seulement DRUDE est parvenu à cette démonstration, mais il a pu calculer et évaluer numériquement les coefficients de ces rapports. Et bien, tout ce qu'on a fait après DRUDE avait fait tomber cette explication; mais voilà que maintenant la théorie des « quanta » intervient heureusement à ce sujet telle une baguette magique. Les belles expériences de WIDEMANN appliquées à ce phénomène sur la base de la mécanique des « quanta »

nous ont reconduits à la théorie de DRUDE. Au point de vue expérimental on a pu démontrer que ces rapports constants entre les deux conductibilités existent comme lois générales, à condition pourtant qu'on décompose la conductibilité thermique en deux parties dont une seulement doit être comparée à la conductibilité électrique; on plutôt (car pour moi il y a toujours eu cela un peu de mystère) on doit diviser en deux parties non pas la conductibilité mais la résistance. En d'autres mots, les corps auraient deux résistances de différente nature pour la chaleur et pour l'électricité. C'est tout ce que nous avons fait pour ce qui concerne les métaux.

Nous avons parlé aussi du courant électrique le plus simple, le courant thermo-yonique, celui qui peut avoir lieu dans l'espace d'un seul électron. C'est en effet le plus simple des courants. Et cette théorie nous a portés à d'autres développements importants. Nos études ne se sont pas limitées aux électrons des métaux conducteurs, mais aussi à ceux qu'on trouve dans les diélectriques, et à ce sujet on a parlé du moment électrique qui peut être excité par les molécules diélectriques. On a fait voir comment le phénomène peut facilement être compris si l'on pense à deux choses: le moment électrique qui est dû à la polarisation et le moment qui existe déjà mais qui peut tourner avec les molécules. Et cette idée nous a permis de comprendre utilement le phénomène. On a parlé aussi des expériences qui ont conduit à penser que peut-être il y aurait des particules encore plus simples, c'est à dire des particules à charge encore plus petite. Cette question a été très agitée dans les dernières années et sur elle en effet on n'est pas encore tombé d'accord. Mais je vous dirai que si nous continuons nos recherches dans le seul but de trouver l'explication des phénomènes, nous pourrions être absolument sûrs que nous nous mettrons d'accord tôt ou tard.

Naturellement il aurait été impossible de tenir un Congrès des physiciens où l'on ne parlât pas de la lumière et des spectres. En parlant de la mécanique des « quanta » nous nous sommes servis souvent de la théorie, pas encore classique, de BOHR; nous avons parlé de plusieurs questions qui rentrent dans cette catégorie: par exemple des spectres compliqués, de la façon de laquelle on peut simplifier ces règles bien connues et qui sont dans spécialement à Mr. HUSD et

qui méritent d'être un peu simplifiées pour ceux qui comme moi ne s'occupent pas tous les jours de ce problème. Ainsi pourrait-on simplifier le tableau des valeurs. Nous avons parlé aussi des radiations des rayons ultra-violet, et des rayons d'une longueur d'onde très petite, les rayons cosmiques qui viennent du dehors de l'atmosphère terrestre et qui peuvent pénétrer pour une quarantaine de mètres au-dessous de la surface de l'eau; nous avons eu une idée de la longueur d'onde de ces rayons qui est d'une petitesse extrême. Ces rayons mystérieux qui se croisent en toutes directions et qu'on pourrait bien appeler des corpuscules ultra-mondains pourrait servir à expliquer la gravitation. Nous avons entendu parler à ce propos par l'éminent notre Président Mr. MAJORANA de l'absorption de la gravitation; problème très captivant mais extrêmement difficile pour ceux qui n'en sont pas expérimentateurs. Nous nous rendons compte tout de même des soins nécessaires pour parvenir aux résultats positifs obtenus par Mr. MAJORANA.

Mr. MAJORANA nous a présenté ses expériences avec toute la prudence possible et avec une modestie digne de sa prudence. Il nous a fait voir encore comment on peut utiliser les rayons ultra-violet pour avoir une téléphonie spéciale. Nous avons entendu dans notre hôtel, dans la chambre même de Mr. MAJORANA, les sons produits de l'autre côté du lac de Côme, c'est à dire à une certaine distance.

Il reste toujours un problème: ces rayons ultra-violet de Mr. MAJORANA et tous autres rayons dont nous avons parlé, sont ils des ondes ou des « quanta »? Faut-il revenir à la théorie corpusculaire de la lumière? Pour moi, je l'avoue, il y a toujours un peu de mystère. Cela nous rappelle la théorie balistique de la lumière. Peut-on admettre que la lumière émise par une source en mouvement ait non seulement sa vitesse ordinaire, mais aussi la vitesse de la source? Voilà la théorie balistique de la lumière; et à ce sujet nous avons entendu une communication très intéressante. On ne peut pas se dissimuler que cette théorie balistique de la lumière peut d'un côté nous mettre d'accord avec la théorie de la relativité de EINSTEIN, mais d'un autre côté elle nous présente de sérieuses difficultés. Essayons-nous de dire que la théorie de EINSTEIN n'a jamais été un Vangile et que nous

devrons continuer nos recherches pour parvenir à la vérité réelle.

Rappelons aussi les belles expériences qui nous ont été montrées, où l'on voit les vibrations électriques qui donnent lieu aux ondes électro-magnétiques se produisant par exemple dans un liquide, et ce que l'on nous a appris à cet égard : c'est-à-dire que la pression de la lumière en ce cas peut donner lieu à un petit monticule qui se lève au dessus de la surface du liquide; c'est là un phénomène d'un extrême intérêt qui pourrait donner lieu à des calculs théoriques d'une haute importance. Mr. BRAGG nous a montré les méthodes qu'il a suivies pour trouver la constitution des cristaux: le principe était connu et Mr. BRAGG nous a fait voir que le problème abordé selon ses méthodes devenait d'une facilité merveilleuse. On a parlé aussi du phénomène ZEMANN et on a vu des décompositions très intéressantes: ce phénomène se rattache à la recherche du noyau d'électron et pourrait nous conduire à connaître la structure de l'électron même, c'est à dire du moment magnétique qui détermine la formation de ce noyau, dont les deux éléments seraient le proton et l'électron. Mr. RUTHERFORD aussi a beaucoup travaillé pour parvenir à connaître ce noyau et nous a présenté sa théorie qui fait comprendre en peu comment les particules  $\beta$  et les particules  $\alpha$  peuvent exister de ce noyau, avec la vitesse qu'elles ont en réalité. Ces principes, MM. les Congressistes, nous feront sûrement assister plus tard à des développements dont nous pourrions être fiers et orgueilleux.

Et pour revenir à la théorie des quanta rappelons qu'on a parlé des paquets d'ondes en mouvement. Il est évident qu'en tout cela il y a encore beaucoup d'énigmes. N'arrivera-t-on pas jusqu'à formuler l'hypothèse de paquets non pas d'ondes mais de probabilités?

Il est vrai toutefois que le déterminisme absolu, admis autrefois par les physiciens, n'existe absolument pas. La physique n'est jamais terminée. Rappelons les études de Cauchy et Fresnel, rappelons les théories des vibrations des corps élastiques de l'éther, des forces moléculaires qu'on croyait absolument définitives. Eh bien, plus tard nous avons connu beaucoup d'autres théories contredisant les premières: com-



blen de méthodes et de systèmes qui nous paraissent incroulables ont dû céder à la réalité des dernières découvertes. Cela nous porte à réfléchir sur les paroles de Newton quand il se comparait aux petites enfants jouant sur les sables de la plage. « Quant à moi, disait-il, je me vois comme un de ces enfants qui a eu le bonheur de trouver quelques écailles ou quelques cailloux un peu plus beaux que ceux de ses camarades: il en est fier, il croierait avoir tout trouvé. Mais la grande mer est là, pleine de richesses et de secrets. Il en est même pour moi. La grande vérité est devant nous, pleine de secrets et de découvertes ».

Nous devons chercher à approfondir toujours plus nos expériences, et tâcher de nous rapprocher toujours plus de la vérité, car, je le répète, la physique n'est jamais terminée. Il y a toujours du nouveau, toujours de l'incroyable, à démontrer et à développer.

Malheureusement je ne peux parler que de nos travaux publiés: je n'entre pas dans tout qu'on a fait dans nos conversations privées et qui cependant a été d'une si grande importance.

Nous partirons d'ici enrichis d'idées, et avec tant de nouveaux problèmes à nous poser. Soyons sûrs, tout-de-même que ce Congrès a été d'une extrême utilité. Je suis sûr que tout mes confrères partiront d'ici avec la même impression que moi: tout ce que nous avons fait, tout les progrès que nous avons atteints sont dus à la collaboration de toutes les nations. Toutes les nations ont donné leur utile apport. Naturellement, pas en partie égale, parce qu'il serait absurde de penser qu'un petit pays puisse donner ce qu'ont donné les grandes nations. Mais la collaboration générale a été absolument nécessaire pour le travail d'ensemble, sans le quel nul progrès n'existe: chaque pays a apporté à ce Congrès son caractère, sa mentalité, sa façon de considérer les choses. La physique est universelle mais la méthode de la cultiver n'est pas identique. Ce travail d'ensemble, je le répète encore une fois, est absolument indispensable pour la beauté et la fécondité de nos résultats. Un orchestre ne peut donner des effets captivants d'harmonie que s'il est composé d'instruments de différente nature; ainsi pour rendre nos travaux vraiment

féconds et productifs il fallait le concours de tous les différents points de vue d'envisager les problèmes de la physique. Dans ce sens nous pouvons penser à la physique italienne et il m'est agréable de clore mon petit discours en exprimant à Mr. MAJORANA tous nos remerciements et nos souhaits pour le développement de la physique italienne qui fut dans le passé qui est aujourd'hui et qui le sera toujours, nous l'espérons, une si grande partie du progrès de la science.

---