Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 2 (1949)

Artikel: La théorie de la propagation ellipsoïdale et ses possibilités : relativité, quanta, gravitation

Autor: Varcollier, Henri

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739724

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

LA THÉORIE DE LA PROPAGATION ELLIPSOÏDALE ET SES POSSIBILITÉS

RELATIVITÉ, QUANTA, GRAVITATION

PAR

Henri VARCOLLIER

(Avec 12 fig.)

Préambule.

1. — Nous nous permettons de soumettre à l'attention du public scientifique quelques recherches sur la relativité, les quanta, et la gravitation universelle, dont le fondement — la théorie de la propagation ellipsoïdale, l'influence de l'état de mouvement d'un émetteur sur la forme des ondes issues de lui — se trouve encore dans les domaines contestés de la physique. Cependant, cette idée, envisagée depuis longtemps par bien des physiciens, n'a jamais été condamnée, ni théoriquement, ni expérimentalement: nous dirons plus loin ce que signifie l'unique objection, toujours répétée depuis trente ans, plusieurs fois réfutée, et tirée d'un calcul de l'astronome de Sitter, qui n'a aucun rapport avec ce que nous définissons propagation ellipsoïdale. Nous sollicitons donc, en faveur de nos essais, l'impartialité des physiciens, et surtout les vérifications expérimentales de ceux qui en disposent, en rappelant que, dans le passé, des explorations, encore plus aventurées que les nôtres, ont servi très utilement la science. De toute façon, il ressort de nos études certaines propriétés générales, certains théorèmes de pure géométrie, qui inspireront peut-être des recherches plus développées. Liaisons entre les ondes propagatrices et les fonctions propagées; entre les ondulations

infinitésimales, les ds^2, et les équations linéaires aux dérivées partielles, généralisées tensoriellement; enfin, données nouvelles sur les propagations anisotropes, et même sur les propagations non homogènes, domaine physique encore presque vierge; tout cela, nous semble-t-il, mériterait l'attention des mathématiciens.

2. — Notre travail comprend deux parties. La première est une simple mise au point d'une conférence faite à Paris, en juin 1947, devant les membres et les sympathisants du Cercle Alexandre Dufour, ainsi nommé en mémoire du grand physicien, inventeur de l'oscillographe cathodique, qui avait encouragé nos recherches et celles de nos amis. Nous avons conservé à cette première partie — qui concerne la propagation ellipsoïdale dans ses rapports avec la relativité et les quanta — le caractère verbal de notre conférence, espérant ainsi retenir plus aisément l'attention du lecteur; et lui demandant de vouloir bien se reporter, pour les développements mathématiques, à notre livre récent *Propagation ellipsoïdale*, *Relativité*, *Quanta* (Presses universitaires de France, 1945).

La seconde partie de notre travail est un exposé de la théorie ellipsoïdale de la gravitation universelle, qui est nouveau, et où, par conséquent, la procédure mathématique doit être indiquée avec plus de précision. Mais nous y évitons encore les calculs algébriques développés, nous réservant d'en faire l'objet d'un ouvrage spécial, nous attachant surtout à montrer l'enchaînement logique des propositions et des faits. Cet enchaînement est assez simple, dans son principe. La gravitation, l'interaction attractive d'atomes électriquement neutres, est la résultante de forces électrocinétiques résiduelles, absentes de la théorie classique de l'électromagnétisme, et qui apparaissent dans la théorie ellipsoïdale. On peut les schématiser par le caractère anisotrope, ellipsoïdal, du champ électrostatique moyen autour d'un noyau atomique, d'un proton par exemple, doté de moment magnétique. Un théorème inédit prouve que deux champs électrostatiques ellipsoïdaux — définis par des équations de Laplace rendues anisotropes — possèdent une énergie mutuelle spéciale, fonction de leurs ellipticités; et que, pour deux atomes d'hydrogène, orientés au hasard sous

des impulsions désordonnées, cette énergie mutuelle a une valeur moyenne attractive, exactement de la forme gravifique. Il ne reste qu'à calculer l'ellipticité du champ électrostatique d'un proton, pour trouver une liaison entre le coefficient de la gravitation universelle et les constantes électromagnétiques. Le résultat est d'ailleurs assez surprenant: il présente un caractère quantique indéniable.

Notre théorie de la gravitation est compatible avec une interprétation physique de la théorie einsteinienne, qui est une correction tensorielle de la loi de Newton, mais qui n'en est pas l'explication; car le fait à expliquer est, en dernière analyse, que les centres générateurs des champs gravifiques soient les mêmes qui engendrent déjà les champs électromagnétiques, définitions des points matériels.

On peut constater, dès à présent, que nous méritons un qualificatif bien déconsidéré aujourd'hui, celui de « mécaniste »: nous le reconnaissons volontiers. Pour nous, toute explication d'un phénomène physique doit comporter sa liaison aussi complète que possible, sans aucune discontinuité logique, avec les phénomènes accessibles à nos sens, avec ce que nous pouvons voir de nos yeux, construire de nos mains. Toute intervention d'un être extérieur à notre expérience — « surnaturel », cet être fût-il purement mathématique — ressort de la théologie, mais non de la physique. Et le recours à des postulats destinés uniquement à coordonner des groupes de faits, n'est-il pas une procédure apparentée à celle qui leur accorde une ou plusieurs personnalités supérieures ?

PREMIÈRE PARTIE

LA PROPAGATION ELLIPSOÏDALE DANS SES RAPPORTS AVEC LA RELATIVITÉ ET LES QUANTA

Principes.

3. — La théorie que je vais exposer, et qui prend progressivement droit de cité dans la science, a pour elle un passé presque aussi ancien que la théorie einsteinienne de la relativité,

puisque, dès le début, des physiciens ont signalé la possibilité d'expliquer, par exemple l'expérience de Michelson, par une déformation ellipsoïdale de la propagation lumineuse autour des foyers en translation. Henri Poincaré (*Mécanique nouvelle*,

Figures explicatives.

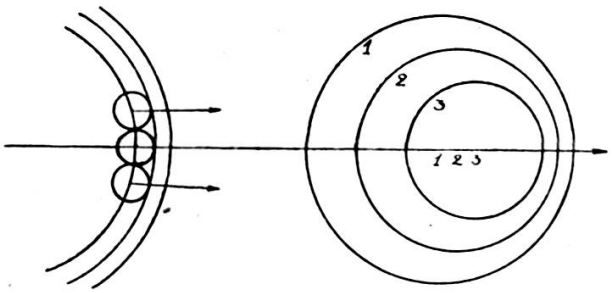

Fig. 1.

Propagation *sphérique* autour d'un émetteur en mouvement.

p. 9; *Valeur de la Science*, p. 202), avait admis que le mouvement de l'émetteur pût déformer l'onde qu'il émet. MM. G. Sagnac, E. Guillaume, J. Le Roux, Dive, Varcollier, ont étudié les

Propagation *ellipsoïdale.*

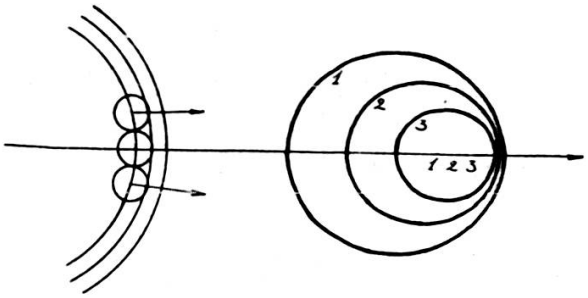

Fig. 2.

Ondulations infinitésimales.

principes de la propagation ellipsoïdale, et proposé diverses formes d'ellipsoïdes, satisfaisant les conditions expérimentales, en remplissant certaines autres, fixées à priori. M. le professeur Dive, dans son livre, *Les Interprétations physiques des Théories d'Einstein*, préfacé par M. Esclangon, et dans plusieurs articles,

en particulier sur « l'Electro-Optique et le Temps universel », a fourni l'historique et la justification logique de la théorie ellipsoïdale. M. Tiercy, directeur de l'Observatoire de Genève, l'a appuyée de plusieurs publications importantes, dans le *Bulletin* de cet observatoire, spécialement sur « les Etoiles binaires à éclipses, la Vitesse de la lumière et les Théories relativistes » (1941).

L'unique objection est due à l'astronome de Sitter, et se fonde sur les étoiles binaires à éclipses: le calcul de M. de Sitter, publié dans les *Proceedings* de l'Académie royale d'Amsterdam, en 1913, n'avait aucunement le sens physique qu'on lui a, postérieurement, attribué. Il ne tend nullement à démontrer que la lumière doive se propager avec la même vitesse, dans toutes les directions, autour d'une étoile en mouvement; il écarte seulement un type de propagation, imaginé par Ritz, et dans lequel les ondes seraient des sphères, lancées, en quelque sorte, avec la vitesse de l'émetteur à l'instant de l'émission. Ce type n'a rien de commun avec la propagation ellipsoïdale, telle que nous la définissons; il est contraire aux principes fondamentaux de la transmission de proche en proche par un milieu. M. de Sitter n'a pas de peine à démontrer que ce mode de propagation perturberait notablement les résultats observés sur les étoiles binaires à éclipses. Nous avons démontré que toutes les formes d'ondes qui ne sont pas centrées sur leurs points d'émission, qui ont un mouvement d'entraînement superposé à leur développement, doivent provoquer des anomalies d'observation, plus graves même que celles de ce calcul. Mais rien, dans le raisonnement de M. de Sitter — pas plus que dans le nôtre à ce premier stade — n'impose à l'onde une forme sphérique plutôt qu'ellipsoïdale; surtout compte étant tenu de la faiblesse de l'ellipticité en jeu, fonction de $\left(\frac{v}{c}\right)^2$ (v = vitesse de l'astre; c = vitesse de la lumière). Nous avons signalé la fausse interprétation du calcul de Ritz, dès 1925, à la page 553 de notre livre *La Relativité dégagée d'Hypothèses métaphysiques* (Gauthier-Villars, 1925).

4. — Quoiqu'il en soit de ses antécédents, il faut signaler tout de suite que la théorie de la propagation ellipsoïdale

ne doit pas être considérée comme un artifice nouveau, inventé pour expliquer les célèbres expériences de la relativité; comme une hypothèse particulière ajoutée à tant d'autres. Non, nous estimons au contraire que la physique actuelle est saturée d'hypothèses, qui malmènent tour à tour l'espace et le temps, ou bien la dissipation de l'énergie, et que cette voie n'est pas celle de la logique pure. Cette déclaration peut paraître bien prétentieuse, alors que les théories relativiste et quantique sont assurées des suffrages des plus illustres savants, et ont recueilli, dans le domaine des faits, les plus éclatants succès. Mais il serait indigne de notre conscience scientifique de nier que ces suffrages et ces succès ne nous ont pas pleinement convaincu: en physique, le témoignage et le miracle ne suffisent pas à imposer le mystère... Un malaise existe dans de nombreux esprits, et beaucoup de physiciens se réfugient dans une sorte d'agnosticisme, indifférent à la nature des choses, asservi aux seuls résultats.

Les résultats, en effet, sont tellement admirables, que nous avons presque le vertige devant le domaine qui est maintenant en notre possession. Depuis l'infiniment petit de l'atome, que nous maîtrisons, combinons, brisons, et même reformerons bientôt, à notre gré, jusqu'à l'infiniment grand de l'univers, que nous avons mesuré, pesé, analysé dans ses détails, à des distances presque inconcevables pour notre cerveau, nous possédons la connaissance de la nature dans son ensemble; nous avons déchiré successivement tous les voiles du grand Tout. Il ne nous reste à comprendre que ce singulier phénomène épisodique qu'est la vie; et à situer notre présence, notre rôle, dans ce Cosmos démesuré, presque décevant par son uniformité...

Mais ce magnifique succès de l'intelligence humaine, cette puissance de pénétration, à quoi le doit-elle ? A un élément particulier, assez récemment éclos dans les lobes cérébraux de nos ancêtres: la faculté associative et déductive, la logique. C'est la logique du « parce que » et du « par conséquent », qui a permis aux premiers hommes véritables de tailler des pierres, d'allumer du feu, de cultiver des plantes, de domestiquer des animaux. Presque aucun animal n'a cette faculté; ou bien, s'il l'a, il la localise dans une habitude acquise au long des généra-

tions; dans la construction d'un abri, d'un nid, d'une ruche. Le moindre problème extérieur à ses habitudes laisse l'animal impuissant: la porte à tirer à lui, le siège à déplacer; initiative bien rare. C'est la logique qui a séparé l'homme de l'animal; la logique, à laquelle il a sacrifié, il faut le reconnaître, bien des facultés de son cerveau.

Cette logique n'a trouvé sa forme parfaite que depuis quelques millénaires; cette forme parfaite est la science mathématique. Ce sont les mathématiques qui nous ont ouvert la voie royale; depuis le simple dénombrement des objets, l'arithmétique, jusqu'à la synthèse des formes, la géométrie, et à la synthèse des forces et des substances, la mécanique, la physique, la chimie. Il n'y a aucune discontinuité logique entre la géométrie d'Euclide et l'ultime aboutissement de notre pensée, la théorie de l'atome ou celle des nébuleuses. Admirable concordance des déductions, numériques ou algébriques, et de la réalité; preuve de notre puissance illimitée quand nous raisonnons juste; preuve, d'un autre point de vue, que notre intelligence n'est pas un accident local d'un monde mécanisé, mais qu'elle est partie intégrante de l'univers; participante de la raison d'être essentielle de l'univers: pourquoi cette énormité, si ce n'est pour être comprise, pour se comprendre elle-même ?...

Aucune discontinuité logique, venons-nous d'affirmer. Et pourtant, juste au moment du triomphe, cette discontinuité s'est produite. D'une part, la théorie de la relativité nous a contraints, semble-t-il, de rejeter la définition euclidienne des formes, insensibles au déplacement, identiques à elles-mêmes en tout lieu; de rejeter aussi la définition intuitive de la durée, transcendante aux phénomènes, indépendante du mouvement. D'autre part, la théorie quantique des émissions d'énergie vient de nous imposer l'obligation de discriminer les mouvements, du moins dans le domaine intra-atomique, de rejeter à priori certains d'entre eux, de postuler des sauts, exclus de toute représentation, entre trajectoires favorisées; elle nous impose même de renoncer à la notion de point matériel, de position mathématique, de succession déterminée, à toutes les normes antiques de la description du monde. Ces hypothèses représentent, il faut le dire loyalement, des ruptures dans la chaîne

logique; elles s'attaquent aux fondements mêmes de l'ajustage entre notre appareil mathématique et la réalité; elles changent, en cours de route, les conventions de départ. Les succès pratiques qu'elles ont remportés, l'acceptation de les appuyer uniquement sur ces succès pratiques, sont, à notre avis, un grand danger. Oui, il y a danger à dérégler notre mécanisme intellectuel, à chaque difficulté que nous éprouverons dans son usage; car c'est cette difficulté même qui dissimule probablement la véritable découverte. Danger à masquer d'un somptueux vêtement métaphysique nos impuissances momentanées; au lieu de les reconnaître et de chercher. Car notre faculté d'invention a besoin, au contraire, d'être stimulée: l'homme, comme l'animal, tâtonne longuement devant les portes entrouvertes. Danger, surtout, dans l'agnosticisme résigné que je signalais il y a un instant; car c'est la curiosité profonde des causes, plutôt que l'utilité pratique, qui a poussé l'homme à explorer l'univers: la maîtrise de son domaine lui est venue par surcroît. S'il fallait, un jour, que la Science, submergée par les faits, asservie à la réussite matérielle, devînt indifférente à la loyauté logique, elle en serait certainement punie; elle connaîtrait un nouveau moyen âge, fait de scholastique et d'alchimie, qui serait fatalement une stagnation intellectuelle, sinon une régression.

Définitions préalables.

5. — Je m'excuse de cette profession de foi un peu longue. J'arrive à l'objet de cette conférence: à la théorie ellipsoïdale de la propagation. Cette théorie est, en réalité, une doctrine unitaire des phénomènes où propagation et mouvement se trouvent impliqués à la fois; c'est-à-dire, en fin de compte, de tous les phénomènes de propagation; car, nous enseigne la physique moderne, l'unique cause des variations d'état propagées par le milieu est le déplacement des corpuscules: son champ d'action est donc très étendu. Ma conviction personnelle est que la théorie ellipsoïdale contient le principe d'une mécanique généralisée, incluant l'électromagnétisme, élargie jusqu'à la relativité et aux quantifications. Elle se fonde sur un seul

postulat, qui réagit logiquement sur la totalité des phénomènes cinétiques, à savoir que toute propagation en milieu isotrope — isotrope elle-même si l'émetteur est fixe, ou se déplace infiniment peu autour d'une position d'équilibre — devient anisotrope, lorsque l'émetteur est en mouvement; ce postulat se justifiant par des raisons physiques, tirées de la conception la plus générale des milieux propagateurs. Cette anisotropie cinétique, cette « aberration », de la propagation autour d'un émetteur en mouvement se reproduit, sous la même forme, dans le domaine propre d'un récepteur en mouvement; la propagation qui parvient jusqu'à lui, et qui pénètre dans le domaine mobile, se trouve aberrée ellipsoïdalement.

Quelle est la forme ellipsoïdale liée à une vitesse déterminée ? Nous le verrons dans un moment. Disons tout de suite que si le mouvement est une translation uniforme indéfinie, la propagation devient réellement ellipsoïdale, symétrique par rapport à la direction de la translation. Si la translation est variée, le caractère ellipsoïdal se localise aux ondulations infiniment petites, qui, de proche en proche, dans le milieu, engendrent les fronts d'ondes; et la forme de ces fronts, celle des géodésiques qui constituent les rayons, dépendent à la fois des vitesses et des accélérations successives de l'émetteur. C'est sur cette simple base que l'on parvient — comme nous le verrons dans un rapide examen d'ensemble — à résoudre les antinomies de la relativité, et à établir des équations du mouvement d'un électron, dotées des propriétés quantiques.

Mais je suis contraint de revenir d'abord aux fondements logiques, aux définitions. Dans l'état actuel de la pensée scientifique, il semble que les questions posées à l'origine aient, en quelque sorte, disparu; pour faire clairement comprendre à la fois les problèmes et leurs solutions, il est nécessaire de spécifier, avant toute théorie, sur quelles conceptions l'on s'appuie, de l'espace, du temps, du milieu, des points matériels.

Il ne faut pas confondre la notion d'espace avec celle de mesure des distances; ni celle de temps avec celle de mesure des durées. L'espace et le temps sont des catégories de notre entendement, des modes de classement utilisés par notre mécanisme cérébral. L'espace est la synthèse des formes; il a

trois dimensions, parce que l'espace à trois dimensions est le seul qui contienne la totalité des espaces inférieurs, c'est-à-dire qui soit apte à répertorier toutes les formes; il est euclidien, repéré algébriquement par une forme quadratique cartésienne, dont tous les coefficients sont égaux à l'unité, parce que toute autre forme algébrique postule implicitement celle-là, la plus simple possible, comme terme de comparaison. (Voir *La Relativité dégagée d'Hypothèses métaphysiques*, Gauthier-Villars, 1925, annexe au chapitre X.)

Le temps est la synthèse de tous les vieillissements, le nôtre, celui de notre univers; rapporté à des phénomènes supposés sans vieillissement, c'est-à-dire périodiques non amortis. En réalité, tous les phénomènes périodiques sont amortis, par émission d'énergie à l'infini (sauf pour certaines trajectoires atomiques exceptionnelles), et c'est cette émission elle-même, la radiation, qui constitue le vieillissement. La définition logique de la mesure du temps serait donc ce que la physique appelle la variation d'entropie, la tendance vers l'uniformité généralisée, vers la mort.

6. — Quelle est la réalité matérielle, que nous classifions en espace et en temps ? Qu'est-ce que le milieu, où se propagent les phénomènes ? Qu'est-ce que la matière ? Nous ne pouvons pas espérer le savoir directement; puisque nos sens, notre cerveau, sont des parties de cet ensemble, des phénomènes parmi les autres. Mais l'entité qui se sert de notre cerveau pour associer et déduire, notre mécanisme logique, possède une existence extérieure, une existence en soi; car l'exactitude d'un nombre, d'une conséquence, ne dépend de rien, est absolue. Or, la logique mathématique, dans une de ses plus admirables synthèses, nous fournit une figuration fondamentale du monde: elle réside dans la loi générale des propagations, exprimée par la célèbre équation aux dérivées partielles de Dalembert:

$$\left(g^{\lambda\mu}\frac{d^2 U}{dx^\lambda\, dx^\mu}\right) = 0 \qquad \left[\begin{array}{l}\lambda,\ \mu = 1\cdot 2\cdot 3\cdot 4\\ x^\lambda = x^{\mathrm{I}},\ x^{\mathrm{II}},\ x^{\mathrm{III}},\ \mathrm{ct}\end{array}\right. \qquad (1)$$

Cette loi coordonne une infinité de phénomènes; et cette coordination algébrique — sublimation d'une infinité de coordina-

tions numériques — est aussi indiscutable dans ses conséquences, que l'arithmétique elle-même. Il ressort de la même certitude de dire que 2 et 2 font 4, ou de reconnaître que tous les phénomènes sensibles sont englobés dans les solutions de cette équation ou de ses transformées. Lumière, chaleur, électricité, atomistique, constitution des corps, transmissions entre particules, entre objets, entre mondes, tout s'y trouve soumis; et avec le même coefficient de la dérivée seconde temporelle: $c = 3 \times 10^{10}$ cm/sec.

Quel est le sens profond de cette loi suprême ? Il y a un premier sens évident: c'est que les actions physiques se transmettent de corps à corps avec une vitesse universelle. Ce qui postule l'existence d'un support universel à cette transmission. On peut l'appeler éther, comme il y a un siècle; ou bien milieu électro-magnétique. Mais il faut naturellement s'abstenir de lui prêter, comme on le faisait au début, des caractéristiques, telles que masse, poids, densité, cohésion, élasticité, qui, par essence, lui sont extérieures; puisque, précisément, elles naissent de lui, de ses réactions sur les particules incluses.

Particules incluses ? D'où vient cette notion, apparemment étrangère ? Voici. Il y a, dans l'équation de d'Alembert, un sens plus caché que la transmission de proche en proche par un milieu; un sens que les mathématiques révèlent comme appartenant à toutes les équations aux dérivées partielles du second ordre: ce type d'équations implique l'existence de particules incluses, étrangères au milieu propagateur. On démontre en effet que la solution la plus générale de ces équations ou bien se réduit à un polynôme entier, c'est-à-dire à 0, si cette solution doit s'annuler à l'infini; ou bien contient des points singuliers, des pôles, entourés chacun d'un domaine infiniment petit, exclus de la représentation: à l'intérieur de ce domaine singulier, l'équation change de caractère, et son second membre diffère de 0. Ces domaines singuliers, les fonctions qu'ils font figurer au second membre de l'équation de d'Alembert, interviennent, d'autre part, comme sources, émetteurs d'ondes et de potentiels, dans toutes les actions physiques. On trouve là l'origine, la définition, d'abord des particules incluses dans le milieu, d'une manière générale; ensuite des particules matériel-

les, dotées d'interactions électriques, d'inertie, de poids, c'est-à-dire de toutes les substances physiques.

$$\left(g^{\lambda\mu}\frac{d^2 U}{dx^\lambda\, dx^\mu}\right) = \begin{cases} -4\pi\rho \ ; & \text{inclusions émettrices; matière} \\ 0 \ ; & \text{milieu propagateur .} \end{cases} \qquad (2)$$

Peut-on donner, du milieu électromagnétique, une définition plus précise que ce double aperçu mathématique: transmission universelle; localisation des domaines singuliers et de leurs champs ? Peut-être y parviendra-t-on, par la connaissnce plus approfondie de ces domaines singuliers: unification, déjà acquise, en granules électriques fondamentaux, constituants universels de la matière; rattachement de toutes les propriétés matérielles aux propriétés électro-magnétiques de ces granules; enfin, liaisons, filiation de ces électricules entre eux. Ce travail est déjà très avancé; le granule négatif essentiel, l'électron, et le granule positif essentiel, le proton, forment à eux deux l'atome d'hydrogène; sa variante stabilisée, le neutron; puis, par combinaisons, tous les noyaux atomiques, que des électrons planétaires viennent équilibrer électriquement: c'est la classification de Mendeléief, précisée par l'échelle continue des charges électriques nucléaires, complétée par l'échelle massique des isotopes. En dehors de cela, des électricules transitoires, de très courtes durées: le positon, de même charge, au signe près, que l'électron, et de même masse; la série des mésons, positifs et négatifs, de masses intermédiaires entre l'électron et le proton. Ces électricules transitoires semblant parfois naître, par paires — trajectoire négative d'un côté, trajectoire positive de l'autre — d'un choc ou d'une onde, de force suffisante; comme si le milieu avait subi un arrachement: véritable création de substance à partir de ce qui serait le néant, si le milieu n'était pas postulé. C'est la coordination, et l'interprétation correcte, de ces résultats, qui nous donneront accès à la connaissance physique de l'éther.

7. — Dès lors qu'on a défini, comme nous venons de le faire, les systèmes de points matériels, dont nous et nos instruments sommes formés, on peut préciser la notion de métrique, mesure des distances de ces points en fonction d'une distance étalon;

ainsi que la notion de chronologie, mesure de leurs mouvements mutuels, en fonction d'un mouvement périodique choisi comme étalon. Il faut séparer, répétons-le, la notion d'espace de celle de métrique; et la notion de temps de celle de chronologie: malheureusement, l'analyse mathématique a adopté les termes d'espaces généralisés, et d'espace-temps, qui prêtent à confusion. Rien ne s'oppose à ce que notre univers possède une métrique du type sphérique, où deux perpendiculaires à une même droite, dans un même plan, se rencontrent à distance finie; cela signifierait simplement que notre milieu et ses inclusions sont soumis à une cause d'anisotropie; mais l'espace euclidien est celui auquel nous référons nécessairement cette anisotropie. Nous postulons ici qu'il existe une jauge euclidienne, insensible aux déplacements, non déformable si les causes physiques de déformations sont écartées.

Rien ne s'oppose non plus à ce que la succession des phénomènes révèle des préférences de direction; à ce qu'un système de points matériels en translation soit atteint, non seulement dans ses dimensions, mais dans ses oscillations, dans ses horloges; à ce qu'un rayon lumineux s'infléchisse auprès d'un point pesant. Cela signifierait simplement que la propagation dans le milieu est soumise à une cause d'anisotropie; mais le temps universel, le vieillissement étalon, qui est, en définitive, notre durée personnelle, est celui auquel nous référons ces constatations. Nous postulons ici qu'il existe un phénomène étalon, de période insensible à la situation de ce phénomène, jauge invariable des durées, lorsque les causes physiques de variations sont écartées.

Le milieu agit comme support des ondes; et les ondes sont elles-mêmes une modification d'état propagée de proche en proche. Il y a là deux choses à ne pas confondre: la forme géométrique de la propagation et la quantité physique que cette propagation transmet, par exemple un potentiel. Ondes propagatrices, figurées par des familles de surfaces, fonctions des distances et du temps, et plus généralement par des formes quadratiques infinitésimales, images d'un développement local, en chaque point, à toute époque; et, d'autre part, grandeurs propagées, figurées par des équations aux dérivées partielles,

telles que l'équation de d'Alembert, correspondant à ces formes d'ondes par la règle algébrique habituelle:

Ondes propagatrices. — Fronts d'ondes.

$$\left(g_{\lambda\mu}(x^\lambda - z^\lambda)(x^\mu - z^\mu)\right) = 0 \quad \begin{cases} z^\lambda = \text{points et époques d'émission} \\ x^\lambda = \text{points et époques de réception} \end{cases}$$

$$\lambda, \mu = 1 . 2 . 3 . 4 .$$

Ondulations infinitésimales.

$$ds^2 = (g_{\lambda\mu} \quad dx^\lambda \quad dx^\mu) = 0 .$$

Grandeurs propagées par ces ondes.

$$\left(g^{\lambda\mu} \frac{d^2 U}{dx^\lambda \, dx^\mu}\right) = \begin{cases} -4\pi\rho \; ; & \text{enceintes substantielles} \\ 0 \; ; & \text{milieu} \end{cases} \qquad (3\ bis)$$

Les coefficients $g_{\lambda\mu}$ et $g^{\lambda\mu}$ sont liés par leurs *variances:*

$$g^{\lambda\mu} = \frac{\text{mineur } \lambda_{\lambda\mu}}{(\text{déterminant des } g_{\lambda\mu})} \; ; \quad \text{(et inversement)}$$

d'où:

$$(g^{\lambda\rho} \, g_{\rho\mu}) = \begin{cases} 1 \; ; & \text{si } \lambda = \mu \\ 0 \; ; & \text{si } \lambda \neq \mu \end{cases} .$$

Qu'est-ce donc, en réalité, que cette modification locale du milieu; par exemple, que ce potentiel, ce champ électrique, qu'il supporte ? Est-ce un déplacement très faible de particules constitutives, un état de tension de ces particules, les unes par rapport aux autres, suivant la première conception de tout milieu élastique ? Cette conception peut être admise, à condition, comme déjà indiqué, de ne pas attribuer à ces déplacements et à ces tensions mutuels, des propriétés dynamiques, inertie, poids, qui sont les résultantes d'actions du milieu sur ses inclusions. Quoiqu'il en soit, et toute interprétation des modifications du milieu étant réservée, jusqu'à plus ample informé, nous constatons l'effet de sa présence par les relations qu'il

établit entre les édifices matériels inclus; par la transmission de l'un à l'autre de certains mouvements, de certains états: au départ, émission de « quelque chose » mesuré par un potentiel, un champ, une grandeur physique quelconque; à l'arrivée, cession de ce « quelque chose » au corps récepteur. Il y a interaction entre l'émetteur et le récepteur par le milieu; mais aussi entre chacun d'eux et le milieu par la forme de la propagation, fonction du mouvement; et ce phénomène est l'origine de l'inertie. De même que les forces « appliquées » de la mécanique classique apparaissent par les interactions transmises de corps à corps, de même les « forces d'inertie » apparaissent par l'interaction entre le corps émetteur en mouvement, ensemble d'inclusions se déplaçant dans le milieu, et la forme de la propagation issue de lui dans le milieu; forme doublement influencée par le mouvement, puisque, d'une part, les ondes successives sont déphasées entre elles par le seul espacement des points d'émission; et que, d'autre part, sous l'effet de ce déphasage lui-même, les ondes deviennent anisotropes. Ce phénomène de réaction entre le milieu et ses inclusions matérielles, convenablement analysé, constituera sans doute l'une des documentations les plus efficientes sur le problème profond: constitution du milieu, nature des modifications qu'il subit.

Insistons un peu sur le concept d'inertie, tel que nous venons de le définir. Il est absolument inadmissible d'attribuer à un corps matériel un pouvoir intrinsèque de résistance à l'accélération, une masse propre. Nous venons de situer l'origine de cette résistance dans la réaction du milieu à la modification de ses ondes, de sa forme de propagation. On peut — et c'est algébriquement équivalent — dire que la masse d'inertie d'un corps est celle des électricules qui composent ses atomes; et que la masse d'inertie d'un électricule est déterminée par la variation de son champ, lorsqu'il se meut; calcul classique que de donner à la masse une origine purement électromagnétique. On arrive ainsi à l'équation fondamentale d'Einstein:

$$W_0 = M_0 c^2$$

qui relie l'énergie constitutive statique d'un électricule et sa

masse; cette équation est, en définitive, la simple affirmation que la masse est exclusivement électromagnétique. Mais on peut aller plus loin et concevoir le phénomène de l'inertie comme un phénomène propagé qui s'établit progressivement dans le milieu, qui tend vers un état stable, si le mouvement est uniforme, qui varie si le mouvement est varié, qui peut même acquérir le caractère oscillatoire dans des conditions exceptionnelles. La notion de masse oscillatoire est nouvelle dans la science; mais elle s'introduit nécessairement dans l'étude ellipsoïdale des théories quantiques; elle s'introduit aussi aisément, par la seule écriture correcte de l'Invariant Action d'un électricule accéléré, en état radiatif, suivie d'une application classique du calcul des variations.

(A suivre.)