Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 55 (1929)
Heft: 5

Artikel: Considérations sur la relativité et sur les théories physiques
Autor: Juvet, Gustave
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-42638

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

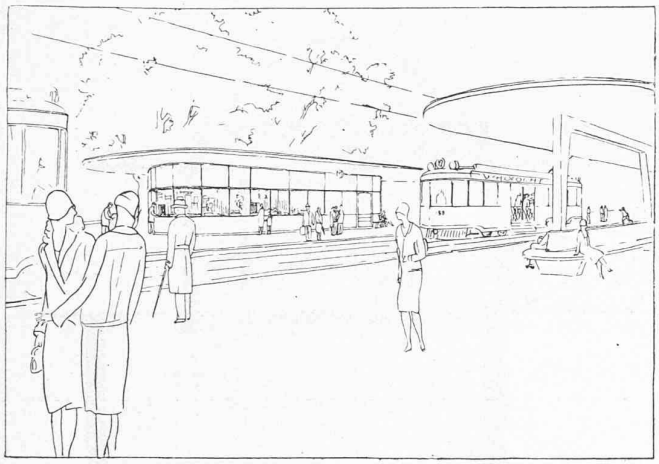
Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans 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

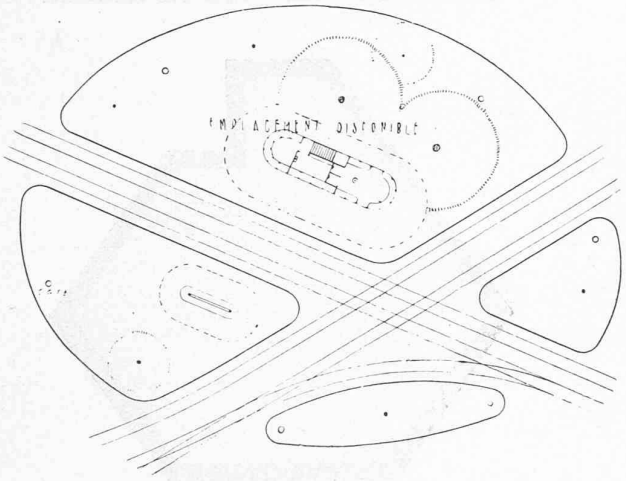
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on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

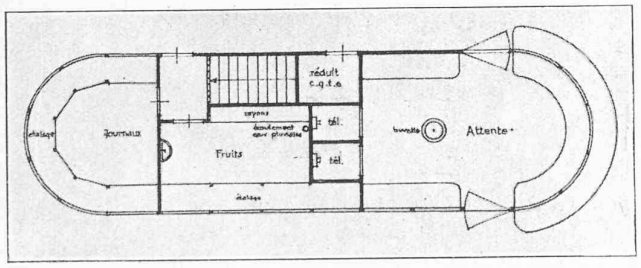
Download PDF: 16.07.2025

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

CONCOURS POUR DES STATIONS-ABRIS A GENÈVE







2e rang (ex æquo) : projet «Lignes 1-12», de M. *Arnold Hœchel*, architecte.

Considérations sur la relativité et sur les théories physiques

par M. Gustave JUVET, professeur de mathématiques et d'astronomie à l'Université de Lausanne.

(Suite et fin[1]*.)*

La mécanique classique admet l'existence d'un espace absolu, lieu de tous les phénomènes simultanés et celle d'un temps absolu qui établit l'ordre de succession des phénomènes. La théorie de Maxwell-Lorentz postule l'existence d'un fluide, aux propriétés assez bizarres d'ailleurs, l'éther. C'est le siège des phénomènes électromagnétiques et optiques. L'éther remplit l'espace. On peut alors imaginer des expériences d'ordre mécanique et optique à la fois dont le but est de montrer si l'union de la mécanique classique et de la théorie de Maxwell-Lorentz dans une seule synthèse est possible ou non. En fait, pour trouver une interprétation mécanique de l'électromagnétisme et de l'optique, il faut tout d'abord trouver des phénomènes qui obéissent aux lois de l'une et l'autre théories. Ensuite, il faut prévoir l'allure de ces phénomènes au moyen des deux systèmes de lois qui dès lors s'enchevêtrent, et déterminer une conséquence de ces phénomènes qui soit mesurable. Il est clair que la vérification d'une telle prévision n'entraîne pas la réduction l'un à l'autre des deux ordres de phénomènes, mais si l'expérience est négative, on pourra dire avec certitude que les principes de l'une des théories contiennent un ou plusieurs éléments contradictoires avec les principes de l'autre théorie. C'est la seconde partie de l'alternative qui se produisit quand on eut fait les célèbres expériences dont tout le monde a entendu parler et qui illustrent les noms de Michelson, Morley, Trouton, Noble, etc.

On se rappelle qu'il s'agissait de déceler le mouvement par rapport à l'éther d'un observateur fixé à la Terre, ce mouvement étant considéré en première et très suffisante approximation comme un mouvement rectiligne et uniforme. La théorie électromagnétique prévoyait un résultat affirmatif : en combinant les formules de la cinématique classique avec les équations de Maxwell, ce calcul prouvait que par l'observation du déplacement de certaines franges d'interférences ou du déplacement d'un galvanomètre, il était possible de saisir la relation entre le mouvement de la Terre et l'éther. On sait que ni les franges ni le galvanomètre ne se déplacèrent : l'éther se dérobait. Comme il s'agissait là d'expériences très précises, faites par des physiciens d'un admirable talent, il n'était pas possible de mettre en doute le résultat négatif obtenu dans chaque cas, et comme d'autre part, les calculs n'étaient que la traduction exacte d'un raisonnement logique, il n'y avait qu'une conclusion à tirer de tout cela : l'impossibilité d'une interprétation mécanique — au sens classique — de la théorie de Maxwell-Lorentz.

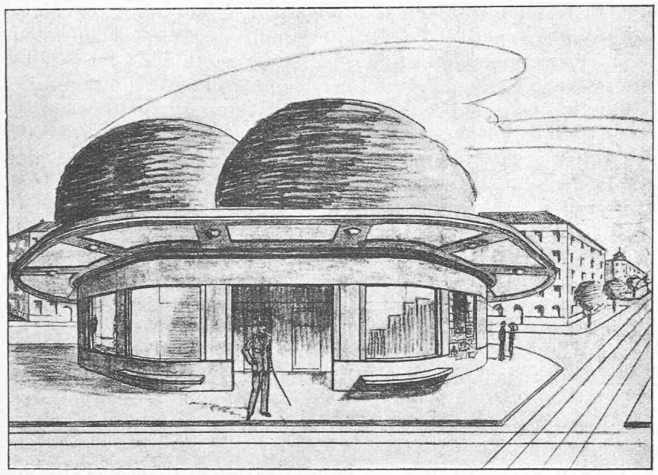
Lorentz avait bien essayé de faire un sauvetage par le moyen de la « contraction des longueurs » et l'introduction du « temps local » ; c'étaient là des procédés de calcul ingénieux mais très artificiels. En 1905, Poincaré et Enstein proposèrent la première théorie de la relativité — celle qu'on appelle maintenant la relativité restreinte — qui opéra la synthèse cherchée en faisant de la mécanique classique une approximation, bonne pour les vitesses faibles par rapport à la vitesse de la lumière, d'une mécanique plus générale d'où étaient bannis l'espace absolu et le temps absolu ; d'autre part, l'éther se voyait privé de réalité ce qui est bien la catastrophe la plus épouvantable qui puisse arriver à un être physique.

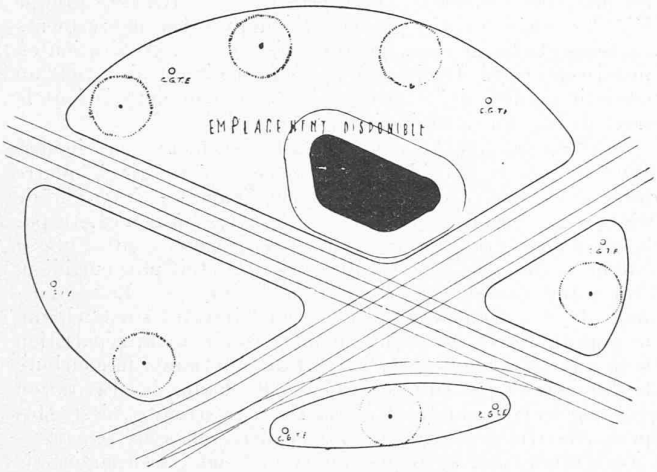
On a souvent exposé la relativité restreinte en suivant les déductions d'Einstein et en commentant sa critique de la simultanéité absolue. C'est là une méthode qui prête constamment à la polémique et qui ne laisse pas d'amener la confusion dans l'esprit de celui qui cherche à comprendre le raisonnement point par point et qui ne voit pas la signification profonde — au point de vue physique — de la théorie d'Einstein.

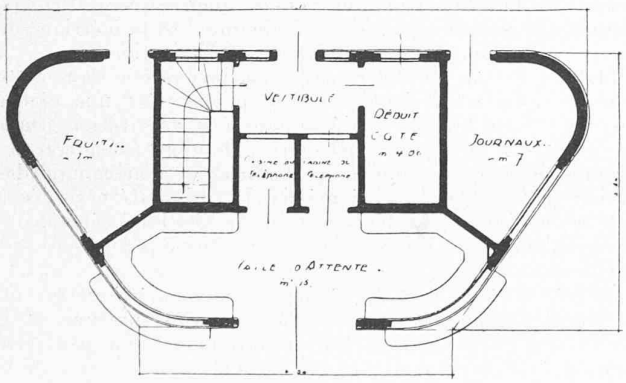
C'est Minkowski qui montra la signification précise des idées d'Einstein en développant certaines théories géométriques dont on peut caractériser l'esprit de la manière suivante. Nous avons vu que les physiciens décrivent les phénomènes au moyen de trois variables spatiales et une variable temporelle. Depuis longtemps déjà, les mathématiciens avaient imaginé des géométries où, au lieu de caractériser le point par trois coordonnées, ils lui en accordaient un nombre quelconque, mais fixe cependant. L'étude des ensembles de points ainsi définis et qui constituent un espace forment l'objet des géométries à n dimensions, n désignant précisément ce nombre de coordonnées. Il va sans dire que pour élaborer une véritable théorie, il faut autre chose que ces collections de points. C'est Gauss et Riemann qui montrèrent qu'il suffit de définir en plus des points, leur distance deux à deux — et tout spécialement la distance de deux points infiniment voisins quelconques — pour que toute une géométrie en découle. Cette nouvelle définition donne ce qu'on appelle la « métrique » de

[1] Voir *Bulletin technique* du 9 février 1929, page 32.

CONCOURS POUR DES STATIONS-ABRIS, A GENÈVE







2e rang (ex æquo) : projet « Candide », de M. *Marc Tzala.*

l'espace considéré. A chaque métrique correspond une certaine géométrie ; celle qu'on a coutume de nommer euclidienne est de beaucoup la plus simple.

Or puisque les événements qui se passent à un instant donné et en un lieu donné, sont caractérisés tout d'abord par quatre nombres, ne pourrait-on pas dire que ces événements forment une « multiplicité », ou remplissent un espace à quatre dimensions ? Certainement, puisque ces deux manières de parler sont rigoureusement équivalentes. Et cela, on peut l'affirmer même quand on est un farouche défenseur de la mécanique classique. Cependant, nous l'avons dit, on ne tire pas grand'chose d'une telle dénomination si l'on ne définit pas une métrique. Or la mécanique classique suppose une métrique très particulière, la quatrième coordonnée étant toujours indépendante des trois premières. Au contraire les équations de Maxwell contraignent à donner à la métrique de l'espace à quatre dimensions où se déroulent les manifestations de l'électricité, une métrique à l'égard de laquelle la distinction absolue d'une des quatre coordonnées est impossible ; cette métrique est euclidienne. Minkowski a appelé « univers » cet espace à quatre dimensions qui est ainsi une sorte d'union de l'espace et du temps. Les équations qu'on en tire expriment la réalité d'une manière tout à fait remarquable ; leur valeur est telle qu'on leur accorde plus de confiance qu'à la mécanique classique. C'est donc à cette théorie de se plier à la représentation de Minkowski.

Il peut sembler curieux qu'une science vieille de près de deux siècles et dont la puissance d'explication a toujours été étonnante doive céder devant une science vieille d'un demi-siècle à peine. Est-ce à dire que les efforts des mécaniciens et des uranographes aient été vains, et que leurs succès n'aient été que des illusions et leurs explications du verbiage ?

Choisir les équations de Maxwell-Lorentz c'est logiquement exclure la mécanique classique ; or si l'on fait ce choix, il faut tout d'abord expliquer pourquoi, malgré tout, la science d'avant Maxwell arrivait à représenter très bien les phénomènes. On le comprend facilement si l'on remarque que la théorie des mouvements que l'on obtient à partir de la métrique de Minkowski, se confond à très peu de chose près — au point de vue quantitatif — avec la cinématique classique, pour des vitesses faibles vis-à-vis de la vitesse de la lumière. Or les vitesses que les corps célestes possèdent sont de l'ordre du dix-millième ou tout au plus du millième de celle de la lumière ; la différence entre les conséquences de la cinématique classique et celles d'Einstein-Minkowski pour d'aussi faibles vitesses est impossible à déceler expérimentalement ou par l'observation.

Le but d'Einstein a été réalisé quand on a pu montrer — et cela est remarquablement clair avec la représentation géométrique de Minkowski — que la mécanique et l'électromagnétisme ne sont pas numériquement contradictoires et sont les deux parties d'une synthèse où le formalisme mathématique joue un grand rôle, il est vrai, mais où néanmoins il est toujours possible de se figurer des modèles concrets pour soutenir les démarches de l'imagination et du raisonnement.

On pourrait croire que la relativité restreinte, tout comme l'énergétisme, formule un certain nombre de principes auxquels doivent satisfaire les lois de la nature, et qu'elle en tire des conséquences mathématiques d'un aspect purement formel. Il n'en est rien car, en englobant la mécanique dans l'électromagnétisme, les relativistes ont fait une hypothèse qui leur permet de créer des modèles d'une grande valeur heuristique. Cette hypothèse c'est celle de la structure électrique de la matière ; les atomes sont formés de particules, douées de masse, et toujours électrisées soit positivement, soit négativement. Expliquer un phénomène pour un relativiste, ce n'est plus rejeter, avec un certain dédain, comme le faisait jadis l'énergétiste, l'image procurée par le modèle atomique pour s'en tenir à la seule représentation mathématique ; c'est le rattacher aux principes de la théorie par le moyen du calcul, mais c'est aussi, et en même temps, en donner une figuration avec les modèles électroniques.

Au point de vue où nous nous sommes placé dans cette étude et qui domine l'histoire des idées fondamentales de la physique moderne, on voit bien que l'énergétisme et l'atomisme ont pu trouver un terrain d'entente. Il a fallu dépouiller l'une et l'autre de ces doctrines d'un dogmatisme très étroit ; l'énergétisme a fourni une méthode de synthèse et l'atomisme, modifié et élargi, a acquis une fécondité nouvelle grâce aux découvertes sur l'électron, découvertes que la radioactivité a permis de faire durant ces vingt dernières années. L'utilité évidente des modèles et la puissance de synthèse des formules font de la relativité restreinte le type d'une théorie physique admirablement équilibrée et l'on saisit,

par l'histoire des idées qui lui ont donné naissance, la belle continuité de l'effort de ceux qui l'ont créée. Cet effort vers une meilleure approximation du réel, nous le retrouverons dans la suite ; le jeu des approximations successives est un des procédés que l'esprit humain emploie toujours lorsqu'il cherche à comprendre le monde physique ; la méthode scientifique enserre le réel dans des filets aux mailles de plus en plus petites ; les filets jetés d'abord d'une manière assez lâche, contiennent peu à peu une proie de plus en plus riche et abondante, et par une série de corrections, on arrive à leur faire prendre un contact toujours plus intime avec les choses. Pour être plus précis, disons qu'une théorie physique qui progresse atteint de mieux en mieux la réalité.

Il n'est pas très exact de dire comme nous l'avons fait que l'électromagnétisme a réussi à englober la mécanique ; c'est une partie seulement de la mécanique qu'il a pu réduire à ses conceptions ; c'est cette partie de la mécanique qui ne s'occupe que des mouvements rectilignes et uniformes, ou en suffisante approximation, des mouvements dont l'accélération est faible. Il restait donc en dehors de la synthèse d'Einstein et de Minkowski, la mécanique des mouvements accélérés et l'ensemble des phénomènes régis par la loi d'attraction newtonienne. Nous avons dit que les physiciens du dix-huitième siècle et du début du dix-neuvième concevaient l'unité de la physique comme une réduction des lois physiques à la loi de Newton ou à une loi d'action dont celle de l'inverse du carré de la distance aurait été un cas particulier. Cette réduction n'a pas été possible ; il restait donc à voir plutôt si la gravitation pouvait être ramenée à l'électromagnétisme, ou si ces deux branches de la physique procédaient d'un tronc commun.

Il est difficile de formuler le problème d'une manière précise, sans commencer des digressions qu'ici l'on pourrait trouver superflues. Cependant il faut bien se rappeler que l'histoire, et en particulier l'histoire des sciences, ne se déroule pas linéairement, les causes s'y enchevêtrent et les événements forment plusieurs suites qui peuvent se couper. Le narrateur, pour être complet, doit revenir en arrière et souvent faire des retouches à son exposé. Pour notre part, nous avons donné une image incomplète de la théorie de Maxwell-Lorentz et de son interprétation minkowskienne. Elle implique bien, comme nous l'avons dit, une géométrie d'un « univers » à quatre dimensions, mais il ne faut pas oublier que dans cet univers, on doit considérer des charges et des champs. Ces charges et ces champs sont des données ; les lois qui régissent leurs relations sont précisément les lois trouvées par Maxwell, et Minkowski a montré que ces lois postulent la géométrie dont il a été question sans d'ailleurs s'y réduire. Réduire les champs de gravitation et les champs électriques ou magnétiques à une même notion, c'est, dans un cadre géométrique donné, ou à trouver, imaginer des modèles, ou des équations, qui rendent compte des phénomènes électromagnétiques et gravifiques à la fois. Rien n'empêchait tout d'abord de considérer les champs de gravitation comme des données, et c'est ce que l'on a fait, car on avait à peu près la certitude de ne pouvoir imaginer une interprétation électrique de l'attraction des masses. Cependant, même en admettant le champ comme une donnée, et sans se préoccuper d'aucune liaison possible entre la gravitation et l'électricité, on constate à l'intérieur même de la mécanique classique un fait très curieux et qui est resté longtemps inexplicable.

La notion de masse a deux significations : d'une part, c'est un coefficient d'inertie qui mesure la résistance des corps à l'accélération et d'autre part, c'est un nombre qui mesure la quantité de matière ; ces deux nombres sont rigoureusement proportionnels ; par un choix convenable d'unités, ils sont égaux, quels que soient les corps que l'on considère. Cela revient à dire qu'il est impossible d'augmenter la quantité de matière d'un corps sans augmenter du même coup et dans le même rapport son coefficient d'inertie. On sait qu'on peut, en revanche, augmenter la charge électrique d'un corps sans modifier sa résistance à l'accélération, c'est-à-dire sans que sa masse inerte soit altérée. Avant donc de songer à réaliser quelque synthèse nouvelle, il convenait tout d'abord de trouver une réponse à l'énigme de la masse.

On se rappelle les savantes dissertations sur le boulet de Jules Verne ou sur les bizarres expériences qu'on peut faire dans un ascenseur dont la corde est cassée. Ces expériences, fictives ou réelles, prouvent que l'on peut détruire complètement le champ de gravitation à l'intérieur d'une enceinte suffisamment petite, en communiquant à cette enceinte un mouvement bien déterminé : le mouvement dont l'accélération est précisément égale à celle que le champ communique à tous les corps qui y sont placés. Réciproquement, si dans une région de l'espace, il n'existe pas de champ de gravitation, on peut en créer pour des observateurs situés dans une enceinte, en donnant à cette enceinte un mouvement accéléré quelconque ; on peut créer, par exemple, un champ axifuge en tournant l'enceinte autour d'un axe ; ce champ a pour effet d'éloigner tous les corps de l'axe de rotation avec une égale accélération s'ils sont à égale distance de l'axe. On conçoit donc qu'il soit possible de formuler un principe qui affirme l'identité des effets d'un champ de gravitation et des effets d'un certain mouvement accéléré, cette identité se produisant localement, c'est-à-dire en une région assez petite de l'espace.

Le problème qu'Einstein s'était posé après la relativité restreinte se simplifiait remarquablement ; en effet, la synthèse qu'il projetait de faire consistait à effectuer la réduction de la relativité restreinte, de la gravitation et de la mécanique des mouvements accélérés en une doctrine procédant suivant des principes cohérents. Or le principe d'équivalence groupe déjà les phénomènes que la mécanique des mouvements accélérés étudie et ceux qui ressortissent à la gravitation en un faisceau serré. Le dernier pas à franchir est aisé, tout au moins il semble aisé à ceux qui savent comment il faut le faire, depuis qu'Einstein l'a montré.

Nous savons que la science des mouvements, la cinématique, peut être considérée comme une géométrie à quatre dimensions. Cette géométrie est euclidienne — c'est celle de Minkowski — pour les régions de l'univers où il n'existe pas de champ de gravitation. Là où il en existe, tout se passe comme si l'univers à quatre dimensions n'était plus euclidien, c'est-à-dire, comme s'il possédait une « courbure ». La connaissance de cette courbure renseigne parfaitement sur le champ de gravitation et Einstein a montré comment la répartition de la matière dans l'espace permet de déterminer la courbure de l'univers et par suite de calculer le champ de gravitation créé par cette matière. La relativité restreinte n'est plus qu'un chapitre de la nouvelle théorie dite « relativité générale »; c'est l'étude des systèmes physiques dans les parties de l'univers où le champ de gravitation est nul, ou infiniment faible. Or la géométrie d'un espace quelconque est conditionnée par sa métrique, par conséquent, c'est la métrique de l'univers qui contient et représente la gravitation.

Mais, dira-t-on, et l'électricité que devient-elle dans cette nouvelle affaire ? Il faut convenir qu'elle reste une réalité distincte de la masse et irréductible à la gravitation. Dans un univers à métrique quelconque, on doit considérer les champs électriques comme des données et non comme des notions réductibles à la géométrie. La primauté accordée à l'électricité jusqu'à la découverte de la relativité généralisée, passe ailleurs, sans que pour cela l'électricité perde son indépendance.

M. Weyl découvrit une géométrie où la métrique est un peu plus compliquée que la métrique riemannienne et il arriva à montrer que le champ électromagnétique peut être considéré de ce point de vue comme une manifestation de la métrique. Cette théorie souleva des difficultés et si elle donna une étonnante impulsion à la géométrie différentielle, elle semble abandonnée aujourd'hui. Elle est remplacée par une simple extension de la géométrie riemannienne d'Einstein à un espace à cinq dimensions. On ne saurait encore se prononcer sur la valeur d'une telle théorie qui a l'avantage de géométriser l'électromagnétisme et de donner, du même coup, une interprétation inattendue de la mécanique ondulatoire, c'est-à-dire en fait de la théorie des *quanta*. Nous pensons cependant que cette géométrisation des champs ne saurait être poussée jusqu'à l'échelle des phénomènes impliquant de très petites longueurs d'onde. Comme l'ont montré des travaux récents, ces phénomènes ne peuvent plus être décrits au moyen d'équations impliquant une géométrisation quelconque ; les méthodes de calcul qui permettent d'obtenir ces équations sont fondées

sur la théorie des matrices, le calcul des probabilités et sur la théorie des groupes.

Ces réductions successives de la physique à une mathématique de plus en plus condensée ne nous auront-elles pas rebuté ? Je sais bien que cette quintessence qui forme aujourd'hui la physique mathématique n'est pas aisément compréhensible. On peut même se demander quelles sont les attaches d'une telle conception avec les phénomènes ; à force d'abstraire n'a-t-on pas perdu le contact avec la réalité ? Y a-t-il des expériences qui justifient une pareille synthèse ou bien tout cela n'est-il qu'une suite de déductions purement verbales que l'esprit se complaît à échafauder, mais où le monde physique est méconnaissable ? En d'autres termes, les physiciens se comprennent-ils quand ils parlent ce langage ésotérique ?

Pour répondre à cette question, nous allons examiner la théorie de la relativité à deux points de vue ; tout d'abord, au point de vue expérimental, puis ensuite au point de vue critique.

Les théories qui ont précédé la relativité expliquaient, soit par des modèles mécaniques, soit par des modèles mathématiques, soit parfois par les uns et les autres, une foule de phénomènes. La relativité les explique encore, car les théories anciennes en sont toutes des approximations plus ou moins poussées. Elle les explique mathématiquement, cela est certain ; et dans la mesure où les modèles mécaniques, atomes ou électrons, intervenaient auparavant, elles les explique encore mécaniquement. Cependant une théorie nouvelle ne doit pas servir seulement à encadrer des faits anciennement expliqués, il faut encore qu'elle explique ceux devant lesquels les anciennes théories abdiquaient leurs prétentions. De plus même, si elle marque un progrès dans l'unification des conceptions antérieures et dans l'intelligence des faits, elle doit aspirer à plus encore, il faut qu'elle permette de prévoir des phénomènes nouveaux. Or la relativité a réussi à expliquer parfaitement le mouvement de la planète Mercure dont toutes les circonstances sauf une, étaient représentées par les conséquences de la loi de Newton. La loi d'Einstein rend compte du mouvement du périhélie de cet astre, que les calculs de Le Verrier n'étaient pas arrivés à réduire, on peut soumettre les calculs d'Einstein à une critique très serrée et faire remarquer que la coïncidence de l'observation et du calcul est due au hasard, car le « résidu » que les uranomécaniciens n'arrivaient pas à expliquer aurait pu être différent si l'on avait pris pour la masse de Vénus, qui n'est pas exactement connue, une autre valeur que celle qu'on admettait. Il faut remarquer tout de même que si l'on a donné à la masse de Vénus une certaine valeur, c'était parce que sa probabilité était la plus forte, et surtout parce que c'était celle qui permettait de représenter le mouvement de Mercure et celui de la Terre avec la meilleure approximation. Le calcul d'Einstein prouverait même d'une manière éclatante que le choix fait pour la masse de Vénus est le meilleur qu'on eût pu faire. Il reste aux relativistes à établir la théorie complète des perturbations des planètes, ou du moins, il leur reste à prouver rigoureusement que les équations d'Einstein ne conduisent pas à de ces singularités que les mathématiciens nomment « mobiles » et dont l'existence entraînerait des complications très gênantes. Il y a d'ailleurs peu de chance que cela se produise.

Un phénomène tout à fait nouveau a été prédit par Einstein, comme une conséquence de ses calculs. C'est la fameuse déviation des rayons lumineux émanant d'une étoile située très près du bord du disque solaire. Ce n'est que lors des éclipses totales de soleil que cette déviation peut être mesurée. L'éclipse de mai 1919 a confirmé la prédiction d'Einstein, mais il était aventuré de ne tenir compte que d'une seule éclipse. Depuis cette date, l'un des buts assignés aux expéditions qui partent pour observer une éclipse totale est précisément l'étude de cette déviation. L'observation n'a pas infirmé la théorie. Cependant, les astronomes que la relativité ne séduit pas, expliquent cette déviation par un effet de réfraction. Des observations faites par Courvoisier, en 1907-1908, et reprises plus tard par d'autres astronomes montrent, semble-t-il, que la position des étoiles subit une variation périodique — la période étant une année — dont la grandeur est d'autant plus considérable que leur distance apparente au soleil est plus faible. Les nombres qui mesurent cette réfraction annuelle ne peuvent être expliqués par la relativité, car la formule d'Einstein montre que la déviation des rayons lumineux est inappréciable lorsque l'étoile est à une distance de quelques degrés du soleil ; d'autre part on ne connaît pas la valeur de cette réfraction dans le voisinage immédiat du soleil. L'observation donc ne permet pas de clore le débat. Il se pourrait d'ailleurs, comme certains astronomes le pensent, que la réfraction annuelle ne fût pas aussi bien établie que d'autres le prétendent. Et de plus il faut remarquer que la théorie de la lumière présente encore des difficultés qu'il faut élucider avant de décider de la courbure des rayons.

Le troisième phénomène que la relativité a prédit concerne les raies spectrales. On sait que les atomes des corps simples émettent des spectres lumineux caractéristiques ; ces spectres peuvent être formés, dans certains cas, de raies dont la position, c'est-à-dire la longueur d'onde, est rigoureusement définie lorsqu'on connaît les circonstances dans lesquelles l'atome émetteur est placé ; cette position est très légèrement variable lorsque ces circonstances varient. D'après la théorie de la relativité, l'intensité du champ de gravitation où l'atome est plongé est une de ces circonstances. Ainsi un atome de sodium sur le soleil et un atome de sodium sur la terre émettent des raies dont les longueurs d'onde diffèrent. Cette différence est très faible et il a fallu de longues et minutieuses recherches critiques pour la mettre en évidence. Un spectroscopiste anglais, habile observateur, M. St. Johns, jadis hostile à l'interprétation einsteinienne, est arrivé à la conclusion que les déplacements prévus par la relativité pour les raies du soleil, combinés avec de petits déplacements dus à la vitesse des atomes, donnent l'interprétation la plus probable des différences entre les longueurs d'onde observées au centre du disque solaire et observées dans l'arc jaillissant dans le vide.

On était réduit à étudier les raies spectrales du soleil parce que c'était le champ de gravitation le plus fort parmi ceux qu'on connaissait le mieux. Depuis que l'on accorde aux théories de M. Eddington sur la structure des étoiles une créance de plus en plus grande et tout à fait justifiée, disons-le, on a été amené à croire que certaines étoiles, les naines blanches, ont des densités moyennes considérables. Ainsi le Compagnon de Sirius a une densité moyenne de 68 000 gr/cm^3, 2 à 3000 fois celle du platine. Le rayon de cette étoile est petit il n'atteint pas 19000 km. Or la déviation vers le rouge des raies spectrales d'une étoile est d'autant plus forte que l'étoile est plus dense et que son rayon est plus petit. La valeur calculée de cette déviation pour « Sirius [2] » a été confirmée par l'observation, et du même coup, on a renforcé la crédulité de la théorie d'Einstein et celle des naines blanches.

Le petit nombre des expériences nouvelles se comprend aisément. La relativité ne diffère pas des théories classiques lorsqu'il s'agit de soumettre au calcul les phénomènes que nos moyens d'observation ne permettent d'étudier qu'avec une précision relative de l'ordre du dix-millième et du cent-millième. Ce n'est que là où l'observation nous permet d'atteindre le millionième ou le dix-millionième que les anciennes conceptions diffèrent des nouvelles. Or les méthodes expérimentales n'atteignent cette précision que dans un très petit nombre de domaines. Pour avoir plus d'expériences cruciales, il faut attendre que la technique du physicien soit plus parfaite encore.

Il est temps de conclure par des remarques critiques. On pourrait croire en lisant certains commentateurs que le rêve de Descartes : la réduction à la figure et au mouvement est définitivement réalisé. Que disons-nous ? d'aucuns prétendent même qu'il est dépassé puisque l'univers à quatre dimensions est une réduction à la figure seule, le temps ayant désormais un caractère nettement spatial. A supposer que cela fût, cette réduction à un mathématisme aussi rigoureux ne supprimerait pas des questions d'une importance capitale comme celle de la signification des principes eux-mêmes et de leurs rapports soit avec les choses, comme dirait un empiriste, soit avec les lois de notre esprit comme dirait un idéaliste, soit avec les lois éternelles de l'être comme dirait un réaliste. Et ces problèmes ne seraient évidemment plus justiciables des méthodes de la science. Pour les poser, l'intelligence fait appel déjà à d'autres idées, et pour essayer de les résoudre, elle emploie

des représentations qui n'ont pas les mêmes caractères formels que ceux que nous avons reconnus au cours de notre exposé. Ces remarques prouvent qu'une interprétation de la relativité, au point de vue de la théorie de la connaissance, est soumise à une métaphysique. Nous ne pensons pas que de son étude, comme de l'étude d'aucune autre théorie physique d'ailleurs, on puisse déduire des résultats épistémologiques. C'est une métaphysique précise, ressortissant à une autre enquête, qui seule peut juger de la valeur de la relativité.

Duhem, peu suspect en cette matière, puisqu'il s'était fait le défenseur d'un positivisme très rigoureux lorsqu'il faisait la critique des théories physiques, dit très nettement : « Le physicien est forcé de reconnaître qu'il serait déraisonnable de travailler au progrès de la théorie physique si cette théorie n'était le reflet, de plus en plus net et de plus en plus précis, d'une métaphysique ; la croyance en un ordre transcendant à la Physique est la seule raison d'être de la théorie physique.

» L'attitude, tour à tour hostile ou favorable, que tout physicien prend à l'égard de cette affirmation se résume en ce mot de Pascal : « Nous avons une impuissance de prouver invincible à tout le Dogmatisme ; nous avons une idée de la vérité invincible à tout le Pyrrhonisme. »

Il est vrai que beaucoup de savants se refusent à aborder de telles questions parce qu'elles ne ressortissent pas à leurs méthodes, mais nous avouons ne pas comprendre qu'une différence dans les méthodes soit un obstacle infranchissable pour ceux que leurs connaissances et leur activité ont spécialement préparés à aborder les problèmes épistémologiques. C'est une telle attitude, est-ce scepticisme ? est-ce nonchalance ? qui a empêché jusqu'ici l'avènement et l'essor d'une conception du monde et de l'homme que l'on pourrait appeler l'humanisme scientifique, né de la culture mathématique fondé sur elle, n'excluant pas le vieil humanisme ni la culture gréco-latine, mais au contraire l'enrichissant, l'étendant et lui redonnant une nouvelle vie. Une science qui croit se suffire à elle-même n'est qu'une science trompeuse, les quelques applications dont elle est susceptible n'en justifie pas l'existence et les savants qui ne sortent pas de leur science sont des manœuvres.

C'est à contribuer à l'avènement d'un tel humanisme que nous voudrions vouer nos efforts. Notre époque est féconde en découvertes de toutes sortes : les connaître, les enseigner, y contribuer même, ce ne doit pas être là toute l'activité du savant. L'aspect humain doit aller au delà, il doit s'élever au-dessus de cette élémentaire et première connaissance.

On pourrait regretter de vivre à une époque où une telle affirmation est contestée si précisément la lutte ne donnait un prix inestimable à la recherche de la vérité métaphysique.

C'est dans cet esprit, avec ces espoirs, avec cette alacrité que j'ai commencé naguère, à Neuchâtel, mon activité universitaire, mais j'ose dire que c'est avec une nouvelle ferveur que je la continuerai ici.

Colloque mathématique des Universités romandes.

A la douzième séance de ce colloque qui a eu lieu à Lausanne, le 23 février dernier, sous la présidence de M. le professeur Gustave Dumas et auquel prirent part des professeurs des universités de Berne, de Fribourg, de Genève et de Lausanne, deux conférences furent faites :

l'une par M. R. Wavre, professeur à l'Université de Genève, sur *Une nouvelle méthode en géodésie supérieure* dont nous publierons un résumé car M. Wavre a inventé des procédés très élégants pour résoudre certains problèmes de géodésie intéressant les ingénieurs ;

l'autre par M. *S. Bays*, professeur à l'Université de Fribourg sur *Problèmes résolus et problèmes non résolus de la Théorie des nombres additive et analytique*, sujet des plus subtils qui fut exposé avec maîtrise par M. Bays, à l'aide de développements mathématiques qui couvrirent non seulement les deux grands tableaux noirs de l'auditoire XV du palais de Rumine mais encore deux autres tableaux montés sur des chevalets portatifs. Beaucoup des finesses de cette conférence, qui a duré une heure et demie, n'ont probablement pas été saisies de chaque auditeur mais tous — car tous étaient « du métier » — ont dû admirer l'extraordinaire puissance d'analyse et de dialectique, l'ingéniosité dans l'invention et la dextérité dans le maniement des algorithmes dont ont fait preuve les mathématiciens aux prises avec ces problèmes décevants.

A la fin du déjeuner qui suivit ces conférences, M. Dumas rendit un hommage mérité à M. le professeur Juvet, l'initiateur et l'organisateur de ces utiles et opportuns colloques.

Congrès international de l'habitation et de l'aménagement des Villes, à Rome.

Les travaux du Congrès commenceront le 12 septembre 1929 par une séance préliminaire à Milan, suivie d'une conférence sur le développement de Milan et de visites d'études dans la ville, qui permettront aux délégués d'observer l'œuvre qui s'accomplit à Milan et dans les districts environnants, et aussi de visiter les lacs de Lombardie dans la bonne saison. On se propose de prendre des dispositions spéciales pour le voyage des délégués de Milan à Rome où les séances du Congrès commenceront le 14 et continueront (y compris les visites) jusqu'au 19 ; il y aura ensuite une excursion à Naples, qui permettra aux délégués de visiter Pompéi, Capri et le Vésuve.

Pour renseignements, s'adresser à la *Fédération internationale de l'habitation et de l'aménagement des villes*, à Londres WC1, 25 Bedford Row.

L'enlèvement et le traitement des ordures ménagères.

M. *L. Archinard*, ingénieur en chef de la Ville de Genève a présenté, sur ce sujet, au dernier congrès (Nantes, 1928) de l'« Association générale des hygiénistes et techniciens municipaux » un très intéressant rapport, minutieusement documenté que *La technique sanitaire et municipale* a reproduit, dans son numéro de novembre dernier, avec trois tableaux récapitulant, pour 26 villes suisses : 1° la méthode et l'outillage pour l'enlèvement des ordures ménagères, 2° le traitement de ces ordures, 3° le prix de revient de cet enlèvement et de ce traitement.

Le rapport de M. Archinard décrit aussi le nouveau procédé *zymothermique Beccari* et les résultats des essais qui en ont été faits au Locle.

Les installations électriques intérieures et la « marque de qualité » de l'Association suisse des Electriciens.

Lorsqu'au début du siècle on a mis sur pied une loi fédérale sur les installations électriques, on ne s'est pas contenté de rédiger des prescriptions au sujet de la construction des centrales, des postes de transformation et des lignes électriques, on a aussi imposé aux entreprises de distribution d'énergie l'obligation de contrôler les installations de leurs abonnés et de prendre des précautions pour que ces installations ne soient pas une source de danger et d'ennuis pour les usagers du courant électrique.

La loi fédérale a déclaré valables les prescriptions de l'Association suisse des Electriciens et exige des distributeurs d'énergie qu'ils exercent un contrôle périodique régulier sur les installations intérieures de leurs abonnés.

Bien des changements sont survenus ces trente dernières années dans la manière d'exécuter les installations électriques intérieures. Les appareils en usage sont devenus beaucoup plus nombreux et les tensions appliquées sont en beaucoup d'endroits plus élevées qu'autrefois. Alors qu'il y a vingt ans