

Considérations sur la relativité et sur les théories physiques

Autor(en): **Juvet, Gustave**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **55 (1929)**

Heft 3

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-42633>

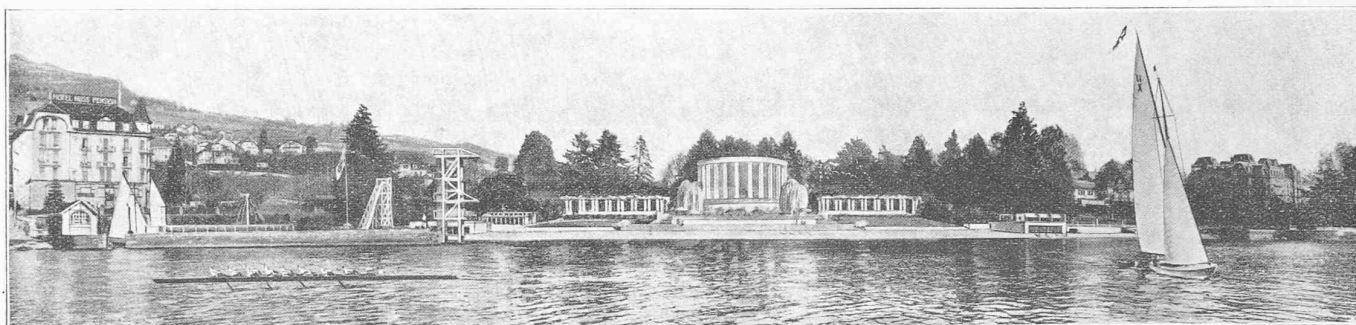
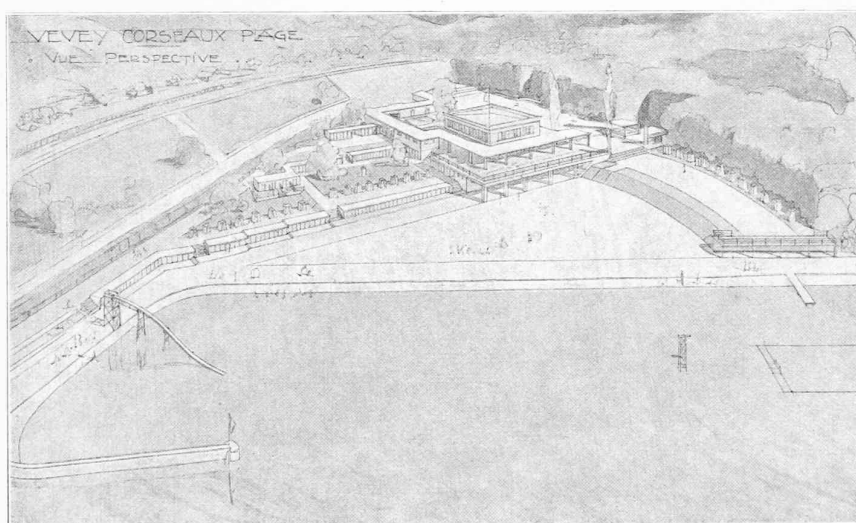
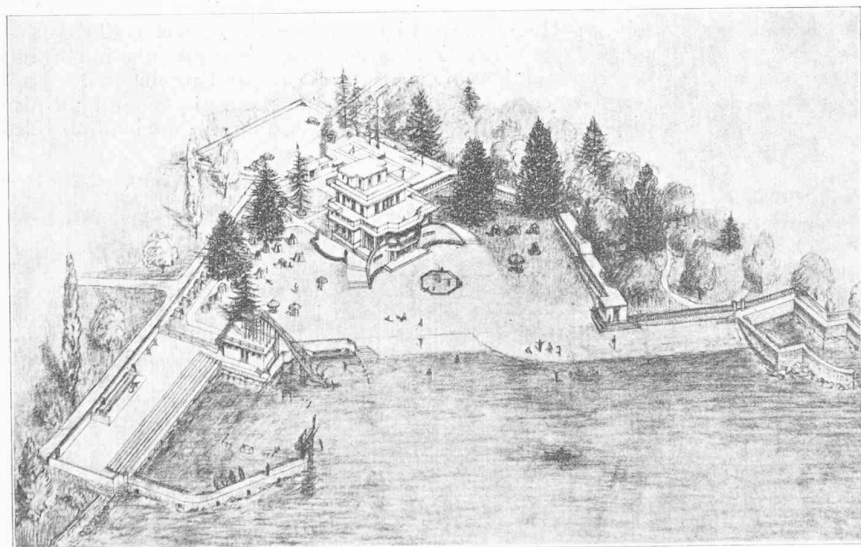
Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

CONCOURS POUR UN PROJET DE PLAGE A VEVEY-CORSEAUX

V^e rang : projet N° 5, de M. Schorp, architecte à Montreux.III^e rang : projet N° 2 (non primé), de M. Chappuis, dessinateur-architecte, à Vevey.IV^e rang : projet N° 3, de M. Dumas, architecte, à Clarens.

Le jury décide de classer les trois projets dans l'ordre suivant :

2 ^{me} rang	N° 6
3 ^{me} rang	N° 2
4 ^{me} rang	N° 3

et d'attribuer les récompenses suivantes :

2 ^{me} rang	1100 francs
3 ^{me} rang	700 francs
4 ^{me} rang	400 francs

L'ouverture des enveloppes contenant les noms des auteurs révèle que le projet N° 6 est de M. Zolliger, architecte à Zurich ; le projet N° 2 est de M. Chappuis, dessinateur-architecte à Vevey ; le projet N° 3 est de M. Dumas, architecte à Clarens.

Pour respecter la clause du programme qui limitait la participation au concours aux architectes établis depuis un an au moins dans le district de Vevey, et considérant qu'un dessinateur-architecte ayant la qualité d'employé ne peut être assimilé à un architecte établi, même s'il habite la localité depuis longtemps, le jury décide de maintenir le rang attribué à M. Chappuis, mais sans lui allouer de prime. Pour ce motif, le jury répartit alors les primes de la façon suivante :

Projet N° 6	1100 francs.
Projet N° 2	pas de prime.
Projet N° 3	700 francs.
Projet N° 5	400 francs.

L'auteur du projet N° 5 qui se trouve être classé par suite de ce changement est M. Schorp, architecte à Montreux.

Le jury estime, étant donné le caractère des deux projets N° 2 et 6, qu'une collaboration de leurs auteurs serait des plus heureuse pour l'établissement du plan définitif.

Considérations sur la relativité et sur les théories physiques¹

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

La théorie de la relativité est une admirable synthèse de la physique mathématique ; elle unit dans une doctrine très cohérente des chapitres de la physique que l'on

¹ Leçon inaugurale faite le 18 décembre 1928, à l'Université de Lausanne.

était accoutumé jadis à voir séparés. C'est ainsi que tous les phénomènes qui ressortissent à la gravitation, à l'électricité, au magnétisme, à l'optique se trouvent être rattachés à la métrique de l'Univers.

Rappelons ce que cela signifie. Il est nécessaire de remonter un peu le cours de l'histoire. Notre auditeur aura parfois l'impression que nous lui faisons parcourir des régions bien distantes de celles où nous devons le mener, mais notre démonstration exige ces excursions lointaines qu'on voudra bien nous pardonner, car elles permettront de comprendre la signification des théories physiques et la place de choix qu'occupe la relativité dans l'histoire de ces théories.

Les physiciens se sont aperçus bien vite que la description des phénomènes qu'ils étudiaient était facilitée grandement par une représentation mathématique. On savait depuis longtemps — et c'était peut-être déjà de la physique que l'on faisait ainsi — ordonner nos perceptions spatiales au moyen de nombres ; les Egyptiens savaient en effet mesurer leurs terres. La géométrie analytique, inventée beaucoup plus tard, permit de développer systématiquement cette mathématisation de l'espace et l'on apprit à représenter un point au moyen de trois nombres : ses « coordonnées ». La géométrie analytique n'était d'ailleurs, dans l'esprit de ses inventeurs, qu'une simple représentation de la géométrie euclidienne au moyen de l'algèbre. D'autre part, la marche des astres ou tout phénomène périodique et régulier avaient permis au moyen de nombres — par exemple l'« angle horaire » d'une étoile quelconque — d'ordonner nos perceptions temporelles.

Ainsi donc l'observation d'un phénomène d'extension spatiale suffisamment petite pour qu'on pût le considérer comme ponctuel, et d'une durée si faible qu'on pût la qualifier d'instantanée, pouvait se représenter par quatre nombres : trois coordonnées d'espace, et une époque — une date tout simplement. On n'imagine pas qu'une telle représentation puisse fournir une image de la diversité du monde physique et pourtant Descartes déjà s'était imaginé que tous les phénomènes sensibles pourraient un jour s'expliquer par la figure et le mouvement, le mouvement étant exprimé tout simplement par une relation unissant les trois coordonnées spatiales du mobile au nombre variable mesurant le temps. Cependant les anticipations imaginatives de Descartes ne furent pas les directives suivies par les physiciens du dix-septième siècle. On sait en effet que Newton édifia la mécanique en introduisant une notion que lui et ses disciples jugeaient irréductible à l'espace et au temps : la force. Le dynamisme de l'école newtonienne s'oppose au mathématisme absolu de Descartes parce qu'il introduit dans le schème qui représente le monde sensible, une réalité, mesurable il est vrai, mais d'une qualité différente de ce que les perceptions spatiales et temporelles peuvent nous faire saisir.

Cependant l'idée d'unifier la représentation du monde physique était si ancrée dans l'esprit des savants que le but poursuivi devint assez vite le suivant. Puisque les phénomènes ne peuvent pas s'expliquer par la figure et le mouvement, la cause du mouvement échappant à une géométrisation complète, il fallait chercher à tout réduire au jeu des trois concepts : l'espace, le temps et la force. Les règles de ce jeu forment ce qu'on appelle la « mécanique rationnelle » ; l'explication du monde physique au moyen de la mécanique, c'est le but que s'est proposé le mécanisme.

Pour être très précis, il faudrait distinguer ici deux nuances chez les mécanistes ; pour les uns, la force est une *donnée* et ses manifestations suffisent à faire comprendre les actions de la matière : la matière est une réalité connue par la force seule ; cette première tendance donna naissance plus tard, en modifiant son point de vue et en l'élargissant, à une doctrine physique très cohérente qu'on a appelée l'« énergétisme ». Pour les autres, au contraire, la force est une émanation de la matière discontinue, les atomes créent des champs de forces et, si, pour les atomistes, la force est irréductible aux notions d'espace et de temps, elle est conditionnée par la présence de matière, c'est-à-dire de masse.

Pour les physiciens cette distinction fut très subtile au début, mais dans la deuxième moitié du siècle passé, elle devint nettement tranchée et elle donna lieu à des polémiques restées fameuses.

Les succès du *mécanisme* — atomiste ou dynamiste — furent éclatants. Les mouvements des astres, calculés en partant de la loi de force qui illustre à jamais le nom de Newton, s'obtenaient d'une manière élégante et simple avec une approximation tout à fait remarquable et l'on pouvait espérer que les écarts entre la théorie et l'observation disparaîtraient complètement au fur et à mesure des progrès accomplis par l'analyse mathématique et par les méthodes d'observation. Les divers chapitres de la physique devaient être autant de chapitres de la mécanique, analogues à celui qui traitait des mouvements des astres ; on n'y arriva pas immédiatement, cela s'entend bien, car il fallait tout de même vaincre des difficultés importantes, mais les réussites se multipliaient autorisant tous les espoirs. L'histoire des sciences ne connaît pas d'époques — si ce n'est peut-être la nôtre — où les découvertes fussent plus nombreuses et où les accords de la théorie avec l'observation fussent plus frappants. Laplace avait une telle foi dans le mécanisme qu'il incorpora sa théorie de la capillarité à la mécanique céleste et qu'il en fit un chapitre de son traité sur cette matière. L'enthousiasme qui animait les savants du dix-huitième siècle et du début du dix-neuvième était immense ; ils découvraient l'univers, et puis ensuite ils racontaient leurs expériences dans une langue nouvelle, où les mots — les signes algébriques — par leur juxtaposition, selon des règles promulguées par Newton, Leibniz et leurs continuateurs, formaient des phrases riches d'un sens toujours nouveau, et toujours renouvelé, grâce à un miracle — le miracle du calcul intégral — que les plus habiles analystes n'arrivaient pas à s'expliquer. C'était presque de la magie. Si les phénomènes ne surgissaient pas effectivement devant les yeux du mathématicien prononçant ses formules algébriques — on pourrait dire incantatoires — du moins son imagination les voyait-elle se dérouler avec toutes leurs modalités dans la suite des équations qu'il écrivait et dont les enchaînements nécessaires n'étaient, pour lui, que la manifestation du déterminisme rigoureux, qui lie un stade du monde au stade immédiatement précédent.

Cet enthousiasme se transforma en dogmatisme quand on vit que les succès devenaient toujours plus nombreux. Cependant la découverte de nouveaux phénomènes remit tout en question. Les manifestations curieuses de l'électricité et du magnétisme, les bizarreries de la lumière qui, au lieu d'être due à une projection de corpuscules, semblait être due à des ondulations, les extravagances de la chaleur qui nécessitaient pour être ordonnées la création d'une science, la thermodynamique, rebelle aux efforts du mécanisme pour la discipliner, créaient autant de problèmes dont la solution, quand on la trouvait, était en contradiction avec le mécanisme ou du moins ne s'expliquait pas par lui.

Des esprits libres et hardis s'aperçurent de la pauvreté du mécanisme absolu, car ils venaient de découvrir la richesse du monde physique. Ils édifièrent donc des théories expliquant, d'une manière indépendante, les divers ordres de phénomènes qu'on apprenait à connaître. Il y eut ainsi une théorie de l'optique, une théorie de la chaleur, une théorie de l'électricité, une autre du magnétisme et cela sur un pied d'égalité avec le mécanisme, et presque toujours indépendamment de lui. L'énergétisme chercha même à supplanter le mécanisme : l'unité dans les phénomènes physiques n'était qu'apparente, il fallait se borner à écrire les équations des phénomènes sans chercher à voir là, autre chose qu'une manière synthétique de décrire la diversité des choses ; l'énergie semblait bien créer un lien entre toutes les parties de la physique, mais ses transformations devaient être considérées comme des changements de qualités, incompréhensibles par le seul secours de l'analyse et du mécanisme, et inexplicables. La physique devait être une narration, une description et rien de plus, de ces qualités diverses et irréductibles que nos sens discernent dans la réalité, et si elle arrivait à déceler des relations entre ces qualités, ces relations ne devaient en aucune manière être prises pour des identifications, car leur caractère exclusivement quantitatif était insuffisant pour la réalisation de ce but.

Telles étaient, vers le milieu et dans la deuxième partie du siècle passé, les idées d'un grand nombre de physiciens sur la théorie physique. On sait que Pierre Duhem s'est fait,

en France, le défenseur de l'énergétisme et cela avec une érudition et une dialectique admirables, mais son livre sur la *Théorie physique* est contemporain de la renaissance de l'atomisme et ce simple fait diminue tout de même la valeur des thèses de Duhem¹. En effet, pour un grand nombre de physiciens la narration mathématique dont ils ne nient pas l'utilité, ne leur suffit pas pour expliquer les phénomènes. Il faut qu'ils aient un modèle mécanique qui leur permette de comprendre par l'imagination les processus du monde physique. Or si le mécanisme avait échoué dans ses explications et si certaines parties lui étaient restées rebelles, cela ne devait provenir que de l'insuffisance de l'imagination de ceux qui avaient cherché des modèles et peut-être aussi du point de vue trop borné où ils se plaçaient, et non pas de l'impossibilité absolue de trouver de telles explications. Pour ces physiciens, les différentes qualités que les sens distinguent dans la réalité physique, proviennent du jeu des atomes, des forces qu'ils exercent les uns sur les autres. L'énergétisme paraissait aux atomistes une méthode très mal commode pour la découverte et, en fait, il faut bien reconnaître que cette doctrine n'a pas été d'une grande fécondité. Les modèles, au contraire, par les images très nettes et très précises qu'ils fournissent à l'esprit, étaient considérés par eux comme nécessaires pour la découverte. C'est pourquoi malgré la faillite de l'atomisme prononcée et liquidée par un syndic aussi dur qu'Ostwald, il restait un certain nombre de savants qui cherchaient à expliquer la réalité autrement qu'avec des équations.

On a dit des énergétistes qu'ils étaient des esprits étroits et profonds, tandis que les atomistes auraient été amples mais superficiels. Il ne nous paraît pas que ces dénominations soient toujours exactes, car l'énergétiste se contentait de partir de principes posés une fois pour toutes (principe de la conservation de l'énergie, principe de Carnot) tandis que l'atomiste voulait chercher à réduire les principes à un nombre moindre et à se figurer leurs relations au moyen de modèles qui fussent des images de la réalité. C'est l'atomiste qui était profond en voulant chercher une explication au principe de Carnot, et c'est l'énergétiste qui était superficiel en voulant se contenter d'une théorie purement formelle. Maintenant que nous jugeons avec un recul suffisant l'objet de ces disputes, il nous paraît presque insaisissable, ou plutôt, il nous paraît avoir été forgé de toutes pièces pour créer une polémique très artificielle. Si nous disons que l'atomisme c'est la doctrine du savant qui fait la science, tandis que l'énergétisme est celle du savant qui l'expose, nous croyons que le problème s'éclaire et qu'il explique la stérilité relative de l'énergétisme et les contradictions que l'on rencontre parfois aux époques de grandes découvertes chez les atomistes. Les époques où les découvertes sont nombreuses sont suivies parfois de périodes moins fécondes où les problèmes semblent tous résolus et où l'on éprouve alors le besoin de rassembler en une synthèse logiquement conduite les faits nouvellement connus. On donne alors à l'exposé l'aspect d'une théorie déductive et définitive englobant dans ses conséquences les faits connus. Les principes dès lors prennent un caractère absolu et toute leur souplesse a disparu.

Nous verrons que la relativité a repris la succession de l'énergétisme, mais avec une prudence admirable et un sentiment des nuances très délié. Cependant il nous faut revenir aux tentatives des mécanistes ou des atomistes pour effectuer la réduction de ces qualités que les énergétistes avaient distinguées d'une manière si tranchante et il nous faut dire quelques mots des explications qu'ils arrivèrent à trouver de ces principes à première vue inconciliables avec la mécanique, singulièrement celui de Carnot.

Nous ne prétendons pas à la rigueur chronologique de l'ordre que nous adoptons, car ce qui va nous préoccuper, ce sont les résultats obtenus et leur ordre logique, plutôt que leur enchaînement dans le temps.

C'est en assouplissant leurs méthodes que les mécanistes obtinrent quelques victoires suivies bientôt de beaucoup d'autres.

¹ Nous croyons aussi que ses sympathies pour les nominalistes du 13^e siècle l'avaient empêché de poser le problème de la vérité des théories physiques avec toute l'ampleur nécessaire.

Maxwell réussit à montrer d'une manière extrêmement curieuse, dont on devrait raconter de nouveau l'histoire en la commentant en fonction des événements ultérieurs, que la lumière est due à une propagation d'ondes électromagnétiques; la théorie qu'il édifia — dite « théorie électromagnétique de la lumière » — fut démontrée expérimentalement et après que Hertz et Lorentz lui eurent apporté quelques modifications, elle devint d'une merveilleuse fécondité pour l'explication de tous les phénomènes produits par la lumière, par l'électricité et par le magnétisme. Il faut dire que, malgré cette synthèse où deux qualités qui semblaient irréductibles ne se trouvaient plus être qu'une seule et même chose, le mécanisme n'avait pas réussi à incorporer la théorie électromagnétique à la mécanique rationnelle, même élargie. Nous verrons que c'est le contraire qui se produisit tout d'abord.

D'autre part, l'application systématique du calcul des probabilités à la complexité immense des actions moléculaires permit l'édification de la « théorie cinétique » de la matière, et si plusieurs difficultés longtemps insurmontées arrêtaient ses progrès dans quelques directions, un des principaux résultats qu'elle obtint fut d'annexer au « mécanisme » le principe de Carnot, et par suite toute la thermodynamique. Cette mécanique « statistique », prolongement de la mécanique « rationnelle », par le fait même qu'elle procède du calcul des probabilités, ne s'embarasse pas d'un déterminisme aussi rigoureux que celui qui se manifeste dans le mécanisme d'un Laplace; on sait, en effet, que le maniement du « calcul des chances », comme on disait jadis, s'accommode d'une certaine indétermination, l'exige même, du moins à une certaine échelle; ici donc c'est en renonçant à son attitude dogmatique à l'égard du déterminisme que le mécanisme réalisa cette réussite.

Les nombreux succès de la théorie atomique — on a même dit avec raison que ces succès fournissaient la preuve de la réalité atomique et moléculaire — redonnèrent une confiance nouvelle aux mécanistes et il semble bien maintenant que leur cause soit gagnée.

Cette rapide esquisse de l'histoire des doctrines physiques où l'on ne vaudra bien voir qu'une schématisation commode pour la suite¹, nous a permis d'arriver jusqu'au début de ce siècle. Il nous reste à montrer comment la synthèse de la mécanique classique, de la gravitation newtonienne et de l'électromagnétisme de Maxwell-Lorentz s'est effectuée.

(A suivre.)

Nouvelles cartes topographiques de la Suisse.

La Section S. I. A. de Neuchâtel, dans sa séance du 13 novembre 1928, s'est occupée de la question des nouvelles cartes topographiques de la Suisse, qui a été exposée par M. F. Vittoz, ingénieur, membre de la Commission nommée par le Comité central S. I. A.

M. Vittoz a fait un historique de notre cartographie, montrant les défauts de nos cartes actuelles et les raisons pour lesquelles il est nécessaire d'en faire de nouvelles. Il a indiqué les questions que soulève l'établissement d'une nouvelle carte, notamment celle du choix d'une échelle ou d'une série d'échelles, qui a provoqué plusieurs propositions et une controverse assez vive au sujet des échelles comprises entre le 1 : 20 000 et le 1 : 100 000.

Ces dernières échelles n'intéressent que peu les ingénieurs, à titre professionnel. Ce qui, à leur point de vue, importe davantage, ce sont les plans au 1 : 5000 ou au 1 : 10 000, décidés et en cours d'exécution. Mais ces plans ne seront

¹ Le mot « atomisme » avait au dix-septième siècle un sens différent de celui qu'il a pris, de même le « mécanisme » de Laplace est différent du mécanisme actuel; aujourd'hui il n'y a pas de raison très sérieuse de distinguer les deux doctrines puisque tous les physiciens croient à la structure discontinue de la matière; ces deux doctrines cherchent à effectuer les réductions des qualités que l'ancienne physique avait crues irréductibles et cela au moyen de modèles atomiques auxquels on applique les principes de la mécanique; ces modèles sont pour beaucoup de physiciens une image fidèle et non pas seulement une représentation de la réalité.