47[me] année 22 Janvier 1921 N° 2

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing. Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

La Théorie de la Relativité

Résumé des conférences faites à l'Université de Lausanne
par M. Edouard Guillaume, docteur ès sciences.

(Suite et fin.) [1]

III. *La Gravitation.*

La *T. R.* restreinte n'envisage que des mouvements uniformes de systèmes galiléens. Si donc on veut la généraliser, il faudra considérer des systèmes en mouvement varié. Mais alors, les relations (1) ou (7), qui sont *linéaires* ne suffiront plus. Par exemple, une pierre abandonnée sans vitesse tombe en parcourant des espacos proportionnels aux *carrés* des temps Il faudrait donc trouver des substitutions de *degré* quelconque du temps et des coordonnées, telles que les lois physiques conservent la même structure formelle — soient *covariantes* — comme c'est le cas avec la transformation de Lorentz, appliquée, par exemple, aux expressions (6′) ou (8) et (9). Mais cela est-il possible ? Aujourd'hui, on peut répondre non : il n'existe pas de substitutions finies jouissant de ces propriétés. Comment, dès lors, faire la généralisation ? Reprenons les relations (6′), dans lesquelles nous substituerons des différentielles aux quantités finies et posons

$$dx = dX_1 ; \quad dy = dX_2 ; \quad dz = dX_3 ; \quad du = idX_4 ;$$

l'une ou l'autre des relations (6′) donnera :

$$(30) \qquad ds^2 = dX_1^2 + dX_2^2 + dX_3^2 + dX_4^2$$

et l'on voit qu'elle a la forme du carré de l'élément de ligne dans un espace *fictif* à quatre dimensions. Ainsi, mathématiquement, la transformation de Lorentz n'est pas autre chose que le changement *linéaire* de coordonnées *cartésiennes* qui laisse l'élément de ligne inaltéré dans un espace à *quatre* dimensions. Or, il y a un moyen immédiat de généraliser : c'est de former tous les systèmes de coordonnées *curvilignes* qui laissent le même élément ds inaltéré. Chaque système curviligne représentera un système de référence jouissant de propriétés physiques déterminées, et Einstein eut l'idée d'admettre qu'un tel système non seulement pouvait représenter un état de mouvement varié (accéléré) quelconque, mais aussi un *champ de gravitation.* A cet effet, il posa le *principe de l'équivalence de l'accélération et de la gravitation.* Les faits sur lesquels se base ce principe sont d'ailleurs bien connus. Un corps est-il soumis au champ terrestre, par exemple ? Laissons-le tomber librement, et les effets du champ disparaissent. Réciproquement, communiquons à un corps une accélération, et nous produisons le même résultat que si nous faisions agir sur lui un champ gravifique. Ainsi donc un champ de gravitation et un état de mouvement accéléré convenablement choisi sont indiscernables quant à leurs effets physiques ; il y a parfaite équivalence, et Einstein ne fait qu'ériger en principe universel cette vérité déjà connue des mécaniciens dans une foule de cas particuliers.

Si nous désignons par x_1, x_2, x_3, x_4 les coordonnées d'un système curviligne, nous devrons donc avoir dans le cas le plus général :

$$(31) \qquad ds^2 = g_{11}dx_1^2 + \ldots + 2g_{12}dx_1dx_2 + \ldots + g_{44}dx_4^2$$

où les g_{ik} sont des fonctions des coordonnées.

Essayons de quitter l'abstraction mathématique pour voir si ce qui précède admet une signification physique. En égalant à zéro l'expression (30), on tombe sur une relation analogue à celle qui représentait la sphère lumineuse Σ_2 ; nous pouvons donc admettre que (30) égalée à zéro est l'équation d'une sphère infiniment petite autour d'un centre d'ébranlement. Or, la relation (31), égalée à zéro, représentera, en coordonnées curvilignes, cette même sphère élémentaire. Faisons appel à la notion de relativité et admettons que x_1, x_2, x_3 expriment des coordonnées cartésiennes ordinaires. Alors la relation (31) égalée à zéro ne sera pas autre chose que l'équation d'une *quadrique* élémentaire, en général, un *ellipsoïde.* C'est là l'effet du mouvement accéléré ou de la gravitation sur la lumière, ce qui ne saurait trop nous étonner, car nous avons déjà vu qu'un centre en mouvement émettait une onde elliptique. Il en résulte nécessairement que la vitesse de la lumière d'un centre en mouvement accéléré ou soumis à la gravitation ne peut être la même dans toutes les directions.

Les considérations précédentes sont extrêmement intéressantes. Lorsque nous étudions un objet, tout ce que nous pouvons faire c'est de déterminer ses relations avec les instruments que, par convention, nous prenons comme instruments de mesure. Si ces relations sont altérées, nous pourrons toujours choisir entre deux alternatives : ou bien l'objet est resté intact et les instruments avec le

[1] Voir *Bulletin technique* du 8 janvier 1921, page 301.