

Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Band: 45 (1918)

Artikel: Sur la relativité
Autor: Rive, L. de la
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-743000>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.10.2024

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

SUR LA RELATIVITÉ

PAR

L. DE LA RIVE

(Avec 2 fig.)

La relativité est devenue, depuis que la théorie d'Einstein a pris dans la physique actuelle une place dont de nouvelles recherches confirmeront probablement l'importance, un objet d'études à la fois scientifiques et psychologiques auxquelles on ne saurait se soustraire. Les considérations que je réunis ici me sont suggérées par une certaine difficulté que l'on rencontre en cherchant à préciser des notions plus ou moins nouvelles et à se rendre compte de la part qu'il faut faire au réel et au fictif dans les conclusions.

C'est le terme d'*absolu* qui est la contre-partie de celui de *relatif*, mais ce mot peut impliquer une absence de toute limite qui n'est le propre d'aucune de nos connaissances. Il faut exclure ici ce sens trop général, et comprendre qu'il ne s'agit que de l'absence de toute dépendance du phénomène observé, d'autre chose que de la représentation que notre perception nous en fournit. La vitesse du vol d'un oiseau qui passe devant nous possède ce caractère d'absolu, parce qu'elle est la représentation directe de la perception due au sens de la vue.

Helmholtz a défini les quelques principes du processus des perceptions visuelles dans la formation de la représentation des

objets¹ et, en particulier, a formulé la règle suivante : « Nous nous figurons toujours l'existence dans le champ visuel d'objets tels qu'ils devraient s'y trouver pour produire la même impression sur l'appareil nerveux lors de l'exercice normal et ordinaire de l'œil. » On peut donc, en se fondant sur cette règle, affirmer que nos représentations visuelles ont le caractère d'absolu défini plus haut. Mais, d'autre part, Helmholtz désigne les actes psychiques de la perception ordinaire sous le nom de jugements inconscients et il ajoute : « Ces jugements inconscients par lesquels nous remontons de la sensation à sa cause appartiennent à ce qu'on appelle les jugements par induction et, comme ces inductions inconscientes ne sont pas des actes psychiques de la pensée libre et consciente, ils s'imposent nécessairement et nous ne pouvons pas nous en affranchir par une connaissance raisonnée des faits. »

Il nous arrive en effet de prendre pour une représentation absolue d'un phénomène ce qui n'est que relatif, et l'illusion persiste, bien que nous sachions que cette représentation n'est pas l'expression de la réalité. Le mouvement apparent d'objets immobiles dû à notre propre déplacement plus ou moins inconscient est une illusion de ce genre. Vus de la fenêtre du train en marche, les poteaux télégraphiques s'enfuient en sens inverse ; l'intervention énergique de la pensée libre aidée du cahotement et du roulement du wagon réussit par moments à nous désillusionner, mais dès que nous cessons d'être sur nos gardes, le mouvement de la voie redevient réel ; l'exercice normal de l'œil suppose notre corps immobile et la représentation des objets, à laquelle il est difficile de se soustraire, nous les impose animés d'une vitesse contraire à celle qui nous entraîne. En observant les oiseaux dont le vol parallèle à la voie leur fait tantôt dépasser le train, tantôt les laisse reculer, nous réalisons la modification de vitesse due à celle du système des coordonnées auquel nous appartenons. Cette expérience suffit pour nous convaincre que, scientifiquement, le mouvement relatif est le seul qu'il soit possible de constater, et que notre immobilité n'est que la participation au mouvement de ce qui nous entoure. Le mouvement

¹ *Optique physiologique*, traduction Javal et Klein, p. 563.

de la Terre sur son orbite, avec une vitesse de trente kilomètres par seconde en est la preuve.

Ceci admis, il n'en est pas moins une question qui se pose : La vitesse absolue et le repos absolu existent-ils ? Étant donnée notre notion de la vitesse, et ici il faut prendre absolu dans un sens complet, il faut admettre que le mouvement existe ou n'existe pas, et que dans ce cas le repos est absolu. Le mouvement nous apparaît comme une propriété de la matière susceptible de tous les degrés d'intensité, et je crois que la réponse est affirmative. Supposons en effet un grand nombre de points en mouvement avec des vitesses parallèles entre elles ; les vitesses relatives de ces points par rapport à l'un d'entre eux, A , varient de $-\infty$ à $+\infty$. Quelle que soit la vitesse absolue de A , un certain point B aura une vitesse égale et contraire à cette vitesse absolue, puisque la vitesse relative passe par toutes les valeurs possibles ; il sera donc en repos absolu. Il est certain que l'énergie cinétique d'un corps dépend dans sa totalité de sa vitesse absolue, et il est permis de se demander si cette énergie totale joue un rôle dans les phénomènes du mouvement. Sur la surface de la terre, par exemple, les corps possèdent une vitesse incomparablement plus grande que toutes celles que nous leur voyons prendre et qui sont relatives. Mais il est aisé de s'assurer théoriquement que cette vitesse commune ne joue aucun rôle dans le choc de deux corps, et que tout se passe comme si elle n'existait pas. Seules les deux vitesses relatives qu'on suppose différentes entrent en ligne de compte. Il semble donc qu'on a raison d'affirmer qu'une vitesse uniforme commune n'est en quelque sorte que potentielle.

Nous prenons deux systèmes d'axes de coordonnées, S et S' ; l'axe des x est le même et le plan des xy coïncide avec celui des $x'y'$. Pour simplifier et en tenant compte de l'identité de ce qui concerne l'axe des y et l'axe des z , il suffit de considérer le plan xy . L'origine O' de S' se meut avec une vitesse s sur l'axe des x dans le sens positif, et les deux origines coïncident à l'instant t égal à zéro. Le système S est donc supposé immobile et le système S' en mouvement.

Proposons-nous le problème suivant : Le mouvement d'un point est défini dans S par les équations :

$$x = kt \quad y = k't$$

que devient ce mouvement dans S' ?

Les équations de transformation sont :

$$(1) \quad x' = x - vt \quad y' = y$$

et par conséquent celles du mouvement dans S' sont :

$$x' = (k - v)t \quad y' = kt .$$

On pourrait aussi chercher ce que deviennent les composantes dans S' étant données celles du mouvement dans S, ce qui ferait obtenir le même résultat, parce que, d'après la cinématique ordinaire, la résultante des deux vitesses parallèles est leur somme ou leur différence.

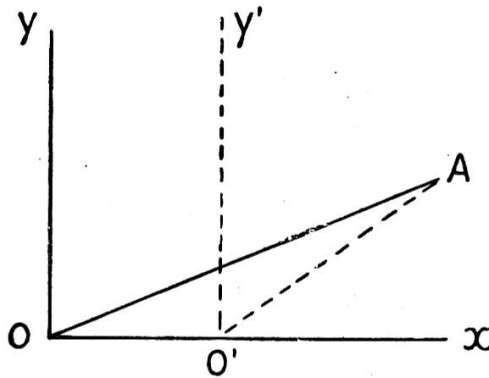


Fig. 1.

Soit A la position du point à l'instant t ; OA est la trajectoire dans S et, pour

obtenir celle de S', nous joignons O' à A par une ligne droite. Désignons par φ et φ' les angles que font les trajectoires avec OX ;

$$\text{tang } \varphi = \frac{k'}{k} \quad \text{tang } \varphi' = \frac{k'}{k - v} .$$

La transformation fait donc subir une modification à la trajectoire ; l'angle φ' est plus grand que l'angle φ et, si nous appartenons à S, nous nous en remettons à l'observateur S' pour le constater. Disons-nous que cette trajectoire est fictive ? Elle est la trajectoire dans S vue par la fenêtre d'un train en marche. De plus cette trajectoire supposée être celle d'un mouvement dans le système S' immobile redonnerait la trajectoire voulue dans S qui aurait la vitesse — par rapport à S'.

Nous en venons aux équations d'Einstein ; ce ne sont plus seulement les coordonnées qui prennent des valeurs nouvelles mais aussi le temps :

$$x' = [x - vt] \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad y' = y \quad t' = \left[t - \frac{vx}{c^2} \right] \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

relations qui impliquent les réciproques obtenues en changeant le signe de v

$$(2) \quad x = [x' + vt'] \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad y = y' \quad t = \left[t' + \frac{vx'}{c^2} \right] \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

c est la vitesse de propagation de la lumière.

Soient deux points A et B considérés simultanément dans S' , c'est-à-dire avec une même valeur de t' ; la première relation (2) donne :

$$x'_b - x'_a = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} [x_b - x_a] .$$

Prenons-les sur une droite parallèle à ox , et soient l et l' leurs distances,

$$l' = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

la longueur l parallèle à ox , vue de S' est diminuée dans le rapport de

$$1 \text{ à } \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} .$$

La troisième relation (2) donne, pour deux points A et B, en désignant par t_1 et t_2 deux instants différents dans S, et par t'_1 et t'_2 les instants correspondants dans S' :

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} [t_2 - t_1] = t'_2 - t'_1 + v \frac{[x'_b - x'_a]}{c^2} .$$

Supposons en premier lieu qu'il ne s'agisse que d'un seul point et que par conséquent $x'_b - x'_a$ soit nul; la durée entre deux instants en un même point de S appréciée dans S' subit la même altération que celle de la longueur.

Supposons en second lieu qu'il s'agisse de deux points différents A et B dans le système S pour lesquels un événement est simultané; $t_2 - t_1$ est nul, mais il n'en est pas de même de t'_2 et t'_1 . Il en résulte que la simultanéité de deux événements dans S n'implique pas leur simultanéité dans S' .

Reprenons maintenant le problème de la transformation d'un

mouvement, et servons-nous pour cela des formules qui donnent les vitesses dans S' en fonctions des vitesses dans S , et qui se déduisent des (2).

Soient u_x, u_y les composantes dans S et u'_x, u'_y ce qu'elles deviennent dans S' ; on a :

$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - \frac{vu_x}{c^2}} \quad u'_y = \frac{u_y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 - \frac{vu_x}{c^2}}$$

D'après les données du mouvement dans S , on a donc :

$$u'_x = \frac{k - v}{1 - \frac{vk}{c^2}} \quad u'_y = \frac{k' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 - \frac{vu_x}{c^2}}$$

Représentons, comme nous l'avons déjà fait, la trajectoire dans S , par OA ; la trajectoire dans S' sera représenté par $O'A'$ et l'angle φ' est plus petit que dans le cas de la cinématique ordinaire, puisque

$$\text{tang } \varphi' = \frac{k - v}{k'} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

En effet la résultante de deux vitesses parallèles n'est plus égale à leur somme ou à leur différence et, ici, au lieu d'être $k - v$, elle est $k - v$ multiplié par $\frac{1}{1 - \frac{kv}{c^2}}$ c'est-à-dire plus grande que

$k - v$. Telles sont les modifications de la trajectoire dans S , vue dans S' ; φ l'angle de la trajectoire est moindre, et les longueurs et la durée subissent des déformations qui, il est vrai, sont infinitésimales, mais, comme il nous reste à voir, elles résolvent le problème de l'expérience négative de Michelson.

La formule de la composition des deux vitesses parallèles offre cette particularité que si l'une des vitesses est égale à c , la résultante reste égale à c . En effet, si dans l'expression

$$\frac{u_x - v}{1 - \frac{u_x v}{c^2}}$$

nous faisons $u_x = c$, nous avons :

$$\frac{c - v}{1 - \frac{v}{c}} \quad \text{ou} \quad c \frac{[c - v]}{c - v}$$

Et cette propriété est générale quelle que soit la direction de la résultante. Supposons qu'à l'instant initial une onde lumineuse soit émise par O et aussi par O' ; à l'instant t elle constitue dans S, une onde sphérique de rayon ct et dans S', d'après ce que nous venons de voir, elle constitue une onde sphérique de rayon

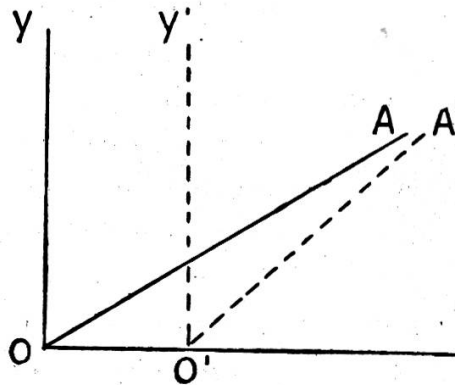


Fig. 2.

ct' , puisqu'en composant c avec v nous retrouvons c . Or la Terre qui se meut par rapport au Soleil est S' et son mouvement est par conséquent sans influence sur l'onde sphérique lumineuse qui est émise par une source en mouvement aussi. Tout se passe comme si elle était au repos. Resterait à vérifier l'hypothèse que la lumière possède la même vitesse c dans le système S. Mais comment se fait-il que le mouvement terrestre donne lieu à l'aberration des étoiles ? La démonstration donnée par Einstein est indirecte ; la démonstration suivante est peut-être plus satisfaisante. La résultante de c et de v reste c il est vrai, mais elle change de direction.

Considérons les deux vitesses c et v ; c fait avec oy l'angle φ et v est parallèle à ox . Les deux composantes de c sont $c \sin \varphi$ et $c \cos \varphi$; nous avons donc pour les deux composantes dans S'

$$u'_x = \frac{c \cos \varphi}{1 - \frac{c \cos \varphi \cdot v}{c^2}} \quad u'_y = \frac{c \sin \varphi \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 - \frac{c \cos \varphi v}{c^2}}$$

d'où

$$\text{tang } \varphi' = \frac{c \sin \varphi \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{c \cos \varphi - v}$$

et par conséquent

$$\cos \varphi' = \frac{\cos \varphi - \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c} \cos \varphi}$$

ce qui est bien la valeur du cosinus de φ' . Ainsi la vitesse de la Terre doit être prise en considération s'il s'agit d'une source lumineuse qui ne participe pas à son mouvement et c'est par une composition de vitesses qu'on explique le phénomène, ce qui laisse subsister la notion de choc.

Pour compléter ces considérations il faudrait donner la démonstration d'où résulte que pour S l'expérience de Michelson est complètement expliquée. Elle s'appuie d'une part sur la contraction de la longueur dans la direction de la vitesse et de l'autre sur le changement d'inclinaison qui donne lieu à l'aberration.
