Les formules de l'effet Doppler dans la théorie ellipsoïdale de la relativité restreinte (erreur des formules d'Einstein)

Autor(en): **Dreyfus-Graf, J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **21 (1948)**

Heft I

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-111898

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Nachtrag zum Bericht über die Tagung der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft in Genf, am 31. August 1947.

Les formules de l'effet Doppler dans la théorie ellipsoïdale de la relativité restreinte (erreur des formules d'Einstein)

par **J. Dreyfus-Graf** (Genève).

(3. II. 1948.)

La *théorie ellipsoïdale des liaisons ondulatoires*, telle qu'elle a été publiée jusqu'à présent[1]), permettait de voir et de prévoir divers phénomènes de la diffraction dans le cas de liaisons *stationnaires*, c'est-à-dire dans le cas où toutes les distances caractérisant la liaison restaient invariables pendant la durée de l'observation.

Que va-t-il se passer si, au lieu d'être constante, la distance d [m] qui sépare l'émetteur 1 du récepteur 2 devient variable?

La théorie ellipsoïdale de la relativité *restreinte* se propose de traiter les liaisons *quasi-stationnaires*: c'est-à-dire d'étudier les phénomènes ondulatoires provoqués par des distances caractéristiques qui varient à une vitesse *constante* $v = \Delta d/\Delta t$ [m/sec], à l'exclusion de ceux qui seraient dus à des accélérations. Les formules ainsi obtenues seront comparées avec celles d'Einstein, concernant l'effet Doppler.

1. Les relais virtuels de la liaison stationnaire comme référentiel spatio-temporel.

Selon le *principe de liaison* de la théorie ellipsoïdale, l'espace ou milieu de propagation, qui participe à la liaison par onde, est peuplé de *relais virtuels*, ceux-ci étant disposés de manière que le transport d'énergie entre l'émetteur 1 et le récepteur 2 s'effectue dans le *minimum de temps*. L'onde étant *sinusoïdale* (longueur d'onde stationnaire $\lambda = \lambda_1$ [m]) et à front *sphérique*, l'émetteur 1 et le récepteur 2 sont représentables par des *boules* de diamètre $\lambda_1/2$ [m]. Le milieu de propagation est supposé *isotrope* et *homogène*, la vitesse de phase y étant c [m/sec] dans toutes les directions. Ainsi chaque relais virtuel (qui peut être considéré comme récepteur et comme émetteur virtuels) est représentable par une *boule*, de diamètre $\lambda_1/2$ [m].

Si nous imaginons, dans la fig. 1a, que le centre du relais 3_0 coïncide avec celui de l'émetteur (réel) 1 et que le centre du relais 3_q coïncide avec celui du récepteur (réel) 2, la *phase* φ_0, selon (4), du

plus bref chemin d'onde élémentaire peut être représentée par le *mécanisme figuratif* de la chaîne des relais virtuels 3_0, $3_1 \ldots 3_{q-1}$, 3_q. Tout se passe comme si la chaîne constituait un mécanisme de transmission par boules de friction (ou par engrenages) dont la vitesse équatoriale serait $c \cdot \pi/2$ [m/sec]. Ainsi chaque relais virtuel est caractérisé non seulement par son diamètre $\lambda_1/2$ [m], mais encore par la *distance* (multiple de $\lambda_1/2$ [m]) de son centre à celui de l'émetteur ou du récepteur réel, et par sa *vitesse angulaire* $2\pi f_1 = \omega_1 = \frac{2\pi c}{\lambda_1}$ [1/sec]. Celle-ci correspond à un *chronomètre de phase* automatiquement synchronisé avec celui de l'émetteur 1. Tout autre chemin d'onde élémentaire (indirect) pourrait être figuré par une chaîne de boules tournantes analogue, bien que coudée. (La polarisation n'intervenant pas dans le présent exposé, il nous suffit de savoir que tous les axes de rotation sont parallèles entre eux). Ainsi, la liaison stationnaire fournit un *référentiel spatio-temporel*, qui permet de mesurer, par des expériences mentales,les transformations de phase qui doivent résulter de variations de distances.

2. La liaison quasi-stationnaire, transformation de la phase du plus bref chemin d'onde élémentaire par une vitesse axiale (=longitudinale) v.

D'après le *principe de liaison*, les positions relatives des relais virtuels sont déterminées aussi bien par celle de l'émetteur que par celle du récepteur. Par conséquent, nous envisageons successivement les deux éventualités suivantes:

a) *Récepteur 2 mobile par rapport aux relais virtuels stationnaires*: Selon la fig. 1a, la phase d'onde φ_0, selon (4) progresse à la vitesse c [m/sec] en direction du récepteur 2, qui vient à la rencontre de cette phase à la vitesse v_2 [m/sec]. Les phases relatives et le mécanisme figuratif sont alors exprimés par les formules (6) à (11). (Emetteur et récepteur sont dessinés au-dessous de leurs relais de coïncidence pour illustrer le mécanisme).

b) *Emetteur 1 mobile par rapport aux relais virtuels stationnaires*: Selon la fig. 1b, l'émetteur 1 rattrappe partiellement, à la vitesse v_1, la phase φ_0, selon (4), qu'il émet en direction du récepteur 2. Il en résulte les formules (12) à (17).

On déduit, des deux éventualités a) et b), la transformation cherchée, en considérant que $v_2 = v_1 = v =$ vitesse relative.

c) *Mouvement relatif, chemin d'onde physique*: En éliminant, des formules (6) à (17), les symboles primés (qui correspondent à des auxiliaires mathématiques), on obtient pour la longueur d'onde quasi-stationnaire cherchée λ_2 [m], mesurable au récepteur 2, les deux expressions (23) et (24). Celles-ci donnent numériquement le même résultat, bien que l'une contienne une somme de vitesses, et

l'autre une différence. Mais, le plus bref chemin d'onde de la fig. 1a, contracté par le coefficient K, selon (22), est pourtant moins bref que celui de la fig. 1b, dilaté par ce même coefficient, selon la fig. 1c, qui illustre (24). Or, le *principe de liaison* est un principe d'*exclusion*, qui exclut physiquement tout chemin d'onde qui ne correspond pas au minimum de temps. Donc seule l'expression (24), selon la fig. 1c, représente le chemin d'onde physique, qu'on pourrait concrétiser

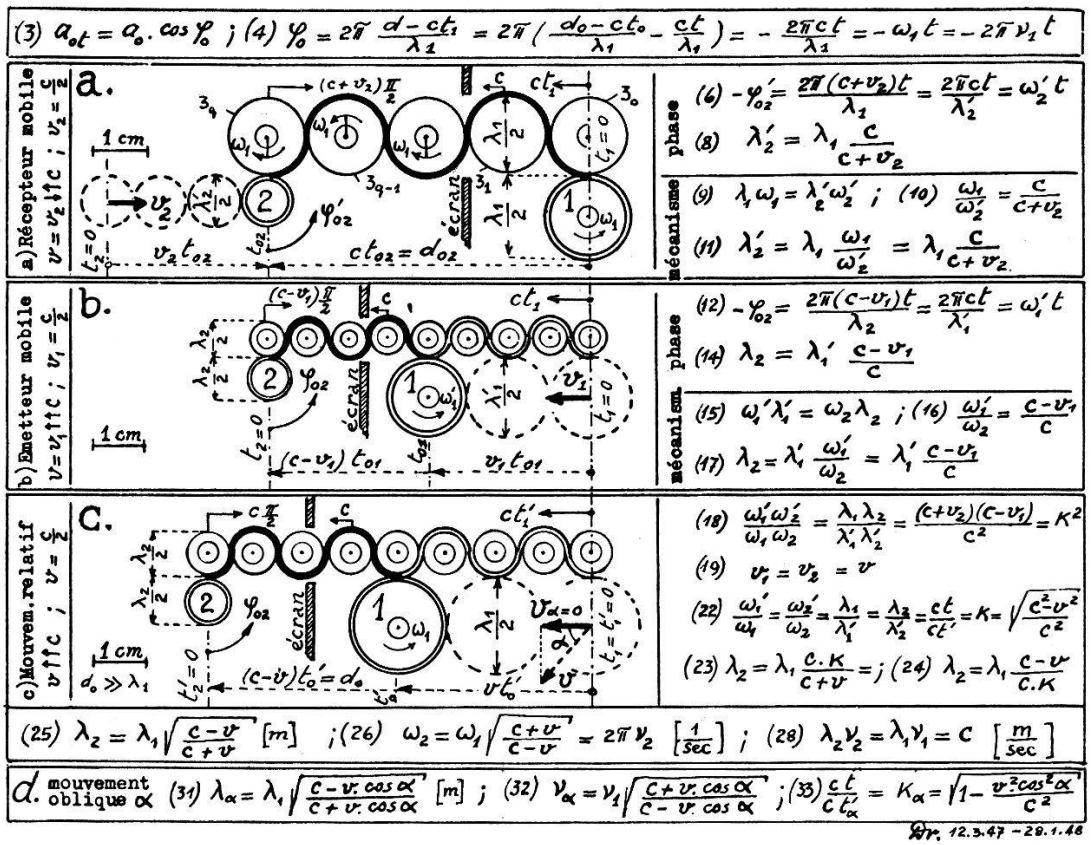

Fig. 1, a, b, c.

Liaison se contractant à la vitesse v [m/sec], effet DOPPLER (longeur d'onde λ_2 [m] et fréquence ν_2 [1/sec] reçues, en fonction de v). Images spatio-temporelles de la phase φ_0 [m/m] du plus bref chemin d'onde élémentaire.

en perturbant la liaison par un écran absorbant illimité, pourvu d'un trou diffractant élémentaire. Tout se passe ainsi comme si le *récepteur* était toujours *immobile* et comme si l'*émetteur* était toujours en *mouvement*, par rapport aux relais virtuels stationnaires, c'est-à-dire au *référentiel*. Ces conséquences du principe de liaison diffèrent du principe de la relativité einsteinienne.

3. La liaison quasi-stationnaire, transformation de la phase du plus bref chemin d'onde élémentaire par une vitesse v, de direction α.

Pour trouver la longueur d'onde λ_α [m], mesurable au récepteur 2, pendant un intervalle de temps $T_\alpha = \frac{\lambda_\alpha}{c}$, on décompose, selon la

fig. 1c, la vitesse v en deux composantes, l'une axiale (= longitudinale), $v_\alpha = v \cdot \cos \alpha$, l'autre normale (= transversale) $v \cdot \sin \alpha$. On constate qu'alors tout se passe comme si la composante *axiale* existait seule. En effet, la composante normale n'a d'autre effet que de tourner l'émetteur (isotrope) autour de son centre, ce qui équivaut à déplacer le récepteur sur une surface *équiphasique*. On déduit donc les formules (31) à (33) en remplaçant v par $v \cdot \cos \alpha$ dans les formules (24) = (25), (26) et (22).

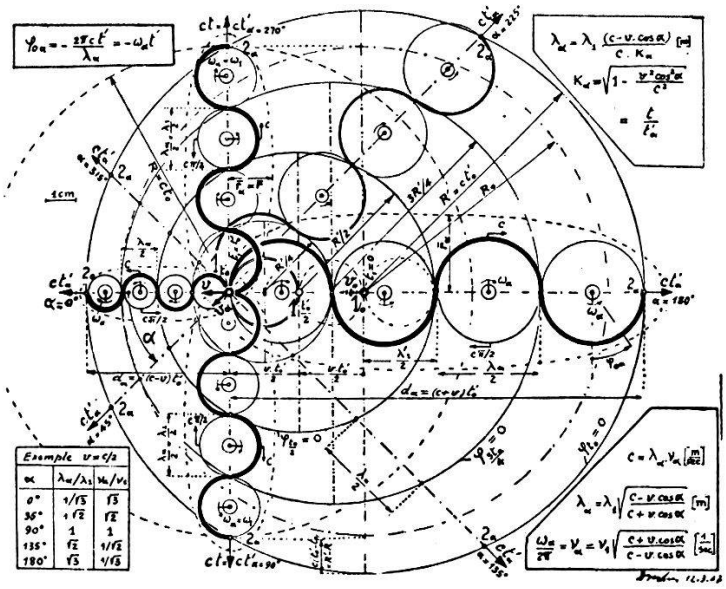

Fig. 2.

Liaisons modifiées aux vitesses relatives $v_\alpha = v \cdot \cos \alpha$ [m/sec]; effet DOPPLER. Images spatio-temporelles des phases $\varphi_{0\alpha}$ [m/m] des plus brefs chemins d'onde élémentaires.

La fig. 2 montre synoptiquement les transformations de phase mesurables depuis plusieurs récepteurs 2_α, disposés circulairement (à l'instant $t_1 = 0$) autour d'un émetteur qui se déplace vers le récepteur $2_{\alpha=0}$ à la vitesse constante v. On constate que la sphéricité des fronts d'onde reste conservée, mais qu'elle est affectée d'une excentricité croissante. Le *temps de liaison* t_α', selon (33) est un auxiliaire mathématique.

4. Transformations de l'ellipsoïde de liaison et de l'amplitude reçue.

En relativité *restreinte* (qui ne tient pas compte des accélérations), l'*ellipsoïde de liaison*, de rayon r, selon (7) dans la théorie ellipsoïde I, se transforme comme son *plus bref* chemin d'onde élémentaire. Quant à l'*amplitude* reçue, selon (10), (13), (15), (74a) de la théorie ellipsoïdale I, elle reste invariable quels que soient la vitesse $v \leqslant c$ et l'angle α, car les dimensions du récepteur, tel que 2_α, et

des relais virtuels correspondants diminuent ou augmentent avec $\lambda_\alpha/2$. Ainsi toutes les formules ellipsoïdales de la diffraction restent valables en y remplaçant λ par le λ_α du plus bref chemin d'onde élémentaire non intercepté par un écran, selon (31).

*5. Erreur des formules d'*EINSTEIN *concernant l'effet* DOPPLER *et l'aberration.*

En comparant les formules ellipsoïdales (31) à (33) avec les formules correspondantes publiées dans la *théorie de la relativité restreinte* d'EINSTEIN[2]), on obtient le tableau suivant:

Effet DOPPLER	Théorie d'EINSTEIN (onde plane)		Théorie ellipsoïdale (onde sphérique)		[ ]
longueur d'onde	(41)	$\lambda'_\alpha = \lambda_1 \cdot \dfrac{1-\frac{v}{c}\cos\alpha}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	(31)	$\lambda_\alpha = \lambda_1 \cdot \dfrac{1-\frac{v}{c}\cos\alpha}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}\cos^2\alpha}} = \lambda_1 \sqrt{\dfrac{c-v.\cos\alpha}{c+v.\cos\alpha}}$	m
fréquence	(42)	$\nu'_\alpha = \nu_1 \cdot \dfrac{1+\frac{v}{c}\cos\alpha}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	(32)	$\nu_\alpha = \nu_1 \dfrac{1+\frac{v}{c}\cos\alpha}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}\cos^2\alpha}} = \nu_1 \sqrt{\dfrac{c+v.\cos\alpha}{c-v.\cos\alpha}}$	$\frac{1}{\text{sec}}$
coef-ficient	(43)	$K'_\alpha = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \sqrt{1-\beta^2}$	(33)	$K_\alpha = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\beta^2.\cos^2\alpha}$	
vitesse de phase	(44)	$c' = \lambda'_\alpha . \nu'_\alpha \neq c;\ (\alpha \neq 0°, 180°)$	(34)	$c = \lambda_\alpha . \nu_\alpha = \lambda_1 . \nu_1 \equiv c$	$\frac{m}{\text{sec}}$

9, 12.3.47 – 28.1.48

On constate que numériquement les formules d'EINSTEIN (41) à (43) différent des formules ellipsoïdales (31) à (33), sauf pour $\alpha=0$ et $\alpha=180^0$. En multipliant (41) par (42), on trouve que la vitesse de phase *einsteinienne* $c' = \lambda_\alpha' \cdot \nu_\alpha'$ n'est pas la même dans toutes les directions α, et qu'elle diffère de la vitesse stationnaire c, sauf pour $\alpha=0^0$ et $\alpha = 180^0$, ce qui est en *contradiction* avec les résultats de l'expérience de MICHELSON, base de ces formules elles-mêmes. *Ainsi les formules d'*EINSTEIN *doivent contenir une erreur.* Il paraît se confirmer, une fois de plus[3]), que l'onde «*plane*» (des théories relativistes autant que classiques) n'est nullement identique à une onde *sphérique* dont l'émetteur se trouverait très éloigné. En effet, en multipliant les formules *ellipsoïdales* (31) par (32), on trouve que la vitesse c reste bien constante dans toutes les directions, en accord avec les résultats de l'expérience de MICHELSON. Et la fig. 2 montre *de visu* que la sphéricité de l'onde sphérique reste conservée: les cercles y restent des cercles, toujours représentables par la *géométrie euclidienne,* car le coefficient de dilatation (33) rétablit la *symétrie sphérique,* contrairement au coefficient (43) d'EINSTEIN.

D'autre part, les formules d'EINSTEIN de la relativité *restreinte* indiquent un certain angle d'*aberration,* qui ne figure pas dans les formules ellipsoïdales correspondantes. Or, partant de considéra-

tions tout différentes, d'autres physiciens, tels que GRIMSEHL-TOMASCHEK[4]), ont démontré que le phénomène de l'aberration devait être exclu physiquement de la relativité *restreinte* (qui se limite à des mouvements *uniformes*), «car il appartient à la même classe de phénomènes que ceux qui caractérisent les mouvements *non uniformes*, tels que l'expérience du pendule de FOUCAULT».

Les contradictions des théories relativistes, autant que classiques, étant ainsi mises en évidence, il appartiendra à des expérimentateurs qualifiés de vérifier les formules développées dans le présent exposé. Comme aucune hypothèse n'a été faite sur le milieu de propagation, sauf qu'il est homogène et isotrope, ces formules peuvent s'appliquer aussi bien à des ondes *acoustiques* idéalisées dans l'air qu'aux ondes *électro-magnétiques* dans le vide. Ce qui devrait en faciliter la vérification.

Une fois que l'onde sphérique, selon les représentations de la théorie ellipsoïdale aura remplacé l'onde «plane», on peut espérer que la physique sortira de diverses impasses où elle paraît engagée actuellement.

BIBLIOGRAPHIE

[1]) J. DREYFUS-GRAF, Physique des liaisons I, *la théorie ellipsoïdale des liaisons ondulatoires*, diffraction par un mur, confrontation avec les théories de FRESNEL, KIRCHHOFF et SOMMERFELD, chez Rouge & Cie, Lausanne 1946.

[2]) LORENTZ, EINSTEIN, MINKOWSKI, *Das Relativitätsprinzip*, Leipzig und Berlin 1913, p. 44.

[3]) J. DREYFUS-GRAF, Helv. Phys. Acta XIX, 6—7 (1946), *de la théorie ellipsoïdale des liaisons ondulatoires* (erreurs des théories de FRESNEL, KIRCHHOFF, SOMMERFELD et MAXWELL).

[4]) GRIMSEHL-TOMASCHEK, *Lehrbuch der Physik*, Bd. II, 2, Berlin 1938, p. 414.